Zootecnia tropical

ISSN: 0798-7269
AÑO 24 VOL. 24 No. 2 – 2006

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS - VENEZUELA

Zootecnia Tropical Vol. 24 No 2 Abril-Junio 2006 ISSN 0798-7269

ZOOTECNIA TROPICAL

Revista Trimestral
del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas
Maracay, Venezuela

www.ceniap.gob.ve/bdigital/ztzoo/zooindex.htm

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS
ZOOTECNIA TROPICAL

Dr. Prudencio Chacón
PRESIDENTE

Dra. Tania Rodríguez
GERENTE GENERAL

M.Sc. Amelia La Barbera
GERENTE INVESTIGACIÓN

Dr. Ignacio Entrena
GERENTE NEGOCIACIÓN TECNOLÓGICA

COORDINACIÓN EDITORIAL ZOOTECNIA TROPICAL

Dr. José L. Gil
EDITOR JEFE

Dr. Néstor E. Obispo
EDITOR ASISTENTE

Ing. M.Sc. Freddy Espinoza
ASESOR

Rosa Terán
SECRETARIA

COMITÉ EDITORIAL

Dra. Tahis Días (FCV-UCV)

Dra. Susmira Godoy (INIA)

Dr. José Alió (INIA)

Dr. Orlando Guenni (FAGRO-UCV)

COMITÉ EDITORIAL ASOCIADO

Dr. Carlos Lascano (Colombia)
Dra. Alicia Rabasa (Argentina)
Dr. Lee Mc Dowell (EEUU)
Dr. Julio Lee (Cuba)
Dr. Rodolfo Vaccaro (Venezuela)
Dr. Armando Fuentes (Venezuela)
Dra. Josefina Combellas (Venezuela)
Dr. Rainer Schultze-Kraft (Alemania)
Dr. Manuel Fondevilla (España)
Dr. Alcidez De Amorin (Brasil)
Dr. Rony Tejos (Venezuela)
Dr. Ricardo Bitter (Venezuela)
M Sc. Julio Rodríguez (Venezuela)

Dirigir correspondencia a:
ZOOTECNIA TROPICAL. INIA, Apdo 2103. Maracay 2101, estado Aragua, Venezuela. Direcciones electrónicas: zootrop@inia.gov.ve jgil@inia.gov.ve nobispo@inia.gov.ve

VALOR DE LA SUSCRIPCIÓN[1]:

VENEZUELA (Bs.)		EXTERIOR (US $)	
Un año:	18.000,00	One year:	40.00
Dos años:	35.000,00	Two years:	75.00
Ejemplar:	15.000,00		

[1] Incluye gastos de manejo y envío por vía terrestre para Venezuela y correo marítimo para el Exterior

ZOOTECNIA TROPICAL
ISSN: 0798 – 7269 Dep. Legal: pp. 198302AR214
Revista trimestral del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Venezuela
Sitio Web: www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zooindex.htm

COMITÉ *Ad hoc*

Los artículos publicados en ZOOTECNIA TROPICAL son sometidos a un proceso de **Arbitraje Científico Externo**

BOARD OF SCIENTIFIC REVIEWERS

Articles published in ZOOTECNIA TROPICAL are submitted to **Scientific Reviewers**

ZOOTECNIA TROPICAL / (FONAIAP). Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Vol. 1 N° 1-2. 1983

Continuación a partir de 1983 de la Serie Zootécnica de la revista Agronomía Tropical, Vol. 29 N° 6, 1979

INDIZACIÓN

C.A.B. International (U.K.), IICA-CIDIA (Costa Rica), Royal Tropic Institute (Tropag & Rural, Holanda), AGRIS (FAO-Roma), LATINDEX (México), Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias (UNAM, México), MEDIATHEK (Alemania), UCH (México), REVENCYT (Venezuela), Base de Datos REVIS (CATIE, Costa Rica), Base de Datos RISPAL (CATIE, Costa Rica), Base Agrícola Venezolana (FONAIAP, Venezuela), Bioline (Canadá), Scielo (Venezuela).

SE ACEPTA EL INTERCAMBIO CON OTRAS REVISTAS

Exchange requested **Wir bitten um austausch** **On demande l'échange**

Gradiremmo cambio **Deseamos permuta**

Tiraje: 500 Ejemplares

Esta publicación se imprime en papel libre de ácido, cumpliendo con los requisitos mínimos de la American Standard for Information Sciences – Permanence for paper for printed library materials, ANSI Z39.48 – 1984.

El Comité Editorial de la revista *Zootecnia Tropical* agradece el apoyo financiero otorgado por el Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) para la edición de este Número.

Esta revista esta incluida en la colección Scielo Venezuela (www.scielo.org.ve)

Depósito Legal pp. 198302AR214 ISSN: 0798-7269

SUMARIO Vol. 24 No. 2

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

ESPINOZA F., ARGENTI P., CARRILLO C., ARAQUE C., TORRES A. y VALLE A. Uso estratégico de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en novillas mestizas gestantes 95

MARTÍNEZ - TINAJERO J. J, AGUIRRE - MEDINA J F., MARTÍNEZ - PRIEGO G. y TORRES - HERNÁNDEZ G. Comportamiento productivo y reproductivo de tres genotipos bovinos en la región del Soconusco, Chiapas, México 109

NASCA J. A., TORANZOS M. y BANEGAS N. R. Evaluación de la sostenibilidad de dos modelos ganaderos de la llanura deprimida salina de Tucumán, Argentina 121

MULLER L., MANFRON P. A., SANTOS O. S., MEDEIROS S. L. P., DOURADO N. D., MORSELLI T. B. G. A., LOPES DA L. G. y HEDLUND B. A. Efeito de soluções nutritivas na produção e qualidade nutricional da forragem hidropônica de trigo (*Triticum aestivum* L.) 137

NAVARRO R. D., PINTO DA M. S. L., TEIXEIRA L. E. A., LOPES D. J., SOUZA R. S., FORTES DA SILVA R., CALADO L. L. y PINTO R. F. O.. Níveis de energia digestível na dieta de piauçu (*Leporinus macrocephalus*) no desenvolvimento testicular em estágio pós-larval 153

NAVARRO R. D., FORTES D. S. R., PINTO R. F. O., CALADO L. L., PEREIRA R. F., SIQUEIRA S. C. y SANTOS L C. Comparação morfometrica e índices somáticos de machos e fêmeas do lambari prata (*Astayanax scabripinnis* Jerenyns, 1842) em diferente sistema de cultivo 165

ACOSTA V., PRIETO A. y LODEIROS A. Índice de condición de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* (Bivalvia:Mytilidae) bajo un sistema suspendido de cultivo en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela 177

DÍAZ A. H., RAMÍREZ A. A., GODÍNEZ S. D. y GALLO G. C. Efecto del tamaño de las microalgas sobre la tasa de ingestión en larvas de *Artemia franciscana* (Kellog, 1906) 193

Depósito Legal pp. 198302AR214 ISSN: 0798-7269

TABLE OF CONTENTS Vol. 24 No. 2

SCIENTIFIC ARTICLES

ESPINOZA F., ARGENTI P., CARRILLO C., ARAQUE C., TORRES A., and VALLE A. Strategic use of sugar cane (*Saccharum officinarum*) in dual purpose pregnant heifers..... 95

MARTÍNEZ - TINAJERO J. J, AGUIRRE - MEDINA J F., MARTÍNEZ - PRIEGO G., and TORRES - HERNÁNDEZ G. Productive and reproductive performance of three cattle genotypes in the Soconusco region, Chiapas, Mexico 109

NASCA J. A., TORANZOS M., and BANEGAS N. R. Evaluation of the sustainability of two cattle models in the depressed saline plain of Tucumán, Argentina..... 121

MULLER L., MANFRON P. A., SANTOS O. S., MEDEIROS S. L. P., DOURADO N. D., MORSELLI T. B. G. A., LOPES DA L. G., and HEDLUND B. A. Efeito de soluções nutritivas na produção e qualidade nutricional da forragem hidropônica de trigo (*Triticum aestivum* L.)..... 137

NAVARRO R. D., PINTO DA M. S. L., TEIXEIRA L. E. A., LOPES D. J., SOUZA R. S., FORTES DA SILVA R., CALADO L. L., and PINTO R. F. O. Dietary digestible energy levels on the gonad development of Piauçu (*Leporinus macrocephalus*) in post larvae stage 153

NAVARRO R. D., FORTES D. S. R., PINTO R. F. O., CALADO L. L., PEREIRA R. F., SIQUEIRA S. C., and SANTOS L C. Morphometric comparison and somatic indexes of lambari prata (*Astayanax scabripinnis* Jerenyns, 1842) in different culture systems..... 165

ACOSTA V., PRIETO A., and LODEIROS A. Condition index of the mussels *Perna perna* and *Perna viridis* (Bivalvia:Mytilidae) under a suspended cultivation system in the Turpialito Bay, Cariaco Gulf, Venezuela..... 177

DÍAZ A. H., RAMÍREZ A. A., GODÍNEZ S. D., and GALLO G. C. Effect of microalgae size on the ingestion rate on larvae of *Artemia franciscana* (Kellog, 1906) 193

Zootecnia Trop., 24(2): 95-107. 2006

Uso estratégico de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en novillas mestizas gestantes

Freddy Espinoza[1*], Patricia Argenti[1], Cristhian Carrillo[2], César Araque[3], Adolfo Torres[4] y Alberto Valle[1]

RESUMEN

Se llevó a cabo un experimento en la unidad experimental de bovinos del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, con la finalidad de evaluar el efecto del complementación con caña de azúcar durante el último tercio de la gestación en novillas mestizas Holstein sobre el peso pre y post parto, intervalo entre parto (IPP), peso al nacer y producción de leche. Se establecieron dos tratamientos: T1: pastoreo más alimento concentrado a razón de 1,5 kg/animal/día y T2: pastoreo más alimento concentrado más suministro de caña de azúcar enriquecida con úrea a razón de 4 kg/animal/día. Se utilizaron 14 novillas con un peso inicial de 495 kg, las cuales se distribuyeron en forma aleatorizada a los tratamientos en la medida que llegaban al séptimo mes de preñez, pastoreando en forma conjunta en potreros de pasto bermuda (*Cynodon dactylon*) con una carga animal de 2 UA/ha/año. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado donde cada animal representó una réplica (siete/tratamiento). Los resultados no mostraron diferencias en el peso al nacer de los becerros y en el peso pre y postparto (P>0,05), pero sí en la ganancia diaria de peso de las novillas (P<0,01). El IPP fue menor en T2 (P<0,05), así como se obtuvo una mayor

[1] Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Apartado Postal 4653, Maracay, estado Aragua. Venezuela. *Correo electrónico: f_espinoza@inia.gob.ve

[2] Estudiante Post Grado Universidad Central de Venezuela.

[3] INIA. Centro de Investigaciones Agrícolas del estado Lara. Barquisimeto, estado Lara, Venezuela.

[4] INIA. Centro de Investigaciones Agrícolas del estado Trujillo. Pampanito, estado Trujillo, Venezuela.

Recibido: 21/06/05 Aceptado: 4/04/06

producción de leche en este último tratamiento (1269 vs. 1634 L/animal/lactancia). El costo de la leche fue mayor para T2, pero el ingreso neto en T1 fue menor (US $ 516 vs. 619). Se concluye que el uso estratégico de la caña de azúcar como recurso energético en novillas previo al parto incide en una mayor producción de leche por lactancia (1.269 vs. 1.634 kg/lactancia), disminuye el IPP (454 vs. 347 días) y mejora la ganancia de peso (669 vs. 956 g/animal/día).

Palabras clave: Mestiza Holstein, IPP, producción de leche, peso, caña de azúcar, gestación.

Strategic use of sugar cane (*Saccharum officinarum*) in dual purpose pregnant heifers

SUMMARY

It was carried out a trial in the experimental unit of the National Center of Agricultural Research to evaluate the effects of sugar cane supplementation in the last third period of gestation of dual purpose crossbred heifers on live weight of before and after parturition, calving interval, calving weight, and milk production. Animals (14), with a mean initial body weight of 495 kg, were randomly placed in two treatments: T1: grazing + 1.5 kg of concentrated feed/head/day and T2: grazing + 1.5 kg of concentrated feed/head/day + 4 kg of sugar cane with urea/head/day, as the animals approached to the seventh month of pregnancy. Grazing was on bermuda grass (*Cynodon dactylon*) with a carrying capacity of 2 animal units/ha/year. A complete randomly design was used, where each animal represented an experimental unit (seven per treatment), with a mean comparison through Tukey test. The results did not show significant differences ($P>0.05$) on calving weight and heifer live weights, before and after parturition. However, there was a significant difference ($P<0.01$) on heifer average daily gain. Calving interval was lower in T2 ($P<0.05$), but a higher milk production, with a mean of 1269 L/head/lactation, when it was compared to treatment T2 with a mean of 1634 L/head/lactation. Milk cost was higher for T2, but net income in T1 was lower with a mean of 516 and 619 US$, for T1 and T2, respectively. It can be concluded that sugar cane as energetic source in dual purpose crossbred heifers previous to parturition significantly affected animal response, such as higher milk production/lactation, lower calving interval, and improved body weight gain.

Keywords: Crossbred heifers, calving interval, milk production, bodyweight, sugar cane, parturition.

INTRODUCCIÓN

Los recursos forrajeros son uno de los subsistemas de mayor importancia en los sistemas de producción con rumiantes. Ello sugiere la necesidad de incrementar y desarrollar programas de investigación en los cuales se considere a este como un aspecto biológico, fundamental y estratégico que permita la sostenibilidad del sistema a largo plazo, asegurándoles a los rebaños un adecuado nivel nutricional. Entre estos recursos de importancia se encuentra la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). En Venezuela, la superficie cosechada es de 128 mil hectáreas con un rendimiento promedio para el 2003 de 50.953 kg/ha, destinadas principalmente para la producción de azúcar (FAO, 2004). Sin embargo, la caña puede ser utilizada para la alimentación de rumiantes, considerándola como un banco de energía, a fin de disminuir la intensidad de pastoreo de la finca, principalmente en la época seca. Por sus elevados rendimientos, se estima que una hectárea de este cultivo, usada en forma de banco de energía, puede alimentar 40 vacas por un período aproximado de 100 a 120 días; además que ayuda a reducir el sobrepastoreo de la pastura (Combellas, 1998; Espinoza, 2000; Valle *et al.*, 2001). Por otro lado, se ha determinado que la mayor parte del desarrollo fetal de los bovinos ocurre en el último tercio de la gestación, por lo que es necesario una buena nutrición durante esta etapa (Ramos, 2000).

Por otra parte, la incorporación de caña de azúcar a los sistemas de producción bovina de doble propósito como una fuente alternativa de alimentación, contribuye por el orden del 54% al incremento de los ingresos por hectárea (Ordoñez, 2000). Padilla y Chacón (2006), encontraron que a través de la complementación con caña de azúcar entera picada se mantuvieron los niveles de producción de leche y no se produjo caída de hasta 40 – 50% de la producción/ vaca/ día, siendo el costo de la alimentación/ vaca/ día cercano a los Bs. 400, lo que al final influyó en una mejora de la condición de los potreros en un 196%.

El presente ensayo tuvo como objetivo evaluar el efecto del uso estratégico de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) enriquecida en novillas mestizas lecheras durante el último tercio de la gestación sobre el peso pre y post parto, intervalo entre parto y parto, peso al nacer de los becerros y producción de leche.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en la Unidad Experimental de Bovinos del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Ceniap), ubicado en Maracay, estado Aragua, Venezuela, a una altura de 463 msnm en latitud 10°17'N y longitud 67°37'O, dentro de la zona de vida de bosque seco tropical. Los suelos pertenecen al orden Mollisol con textura franca a franca-arenosa en sus primeros 20 cm, pH 7, mediano contenido de fósforo (18 ppm) y potasio (96 ppm) y altos en calcio (778 ppm). La precipitación media anual varía entre 900 y 1.100 mm.

La duración total del experimento fue de 15 meses (Mayo 2002 a Agosto 2003). No obstante, la alimentación estratégica consistió en el suministro de los siguientes tratamientos por un período de tres meses (última etapa de gestación):

T1: Pastoreo + suministro de alimento concentrado, a razón de 1,5 kg/animal/día

T2: Pastoreo + 1,5 kg de alimento + 4 kg/animal/día de caña de azúcar fresca molida y enriquecida con úrea a razón del 4%.

Se utilizaron 14 novillas (vaquillas) mestizas de la raza Holstein x Brahman con siete meses de gestación y un peso inicial de 495 ± 28 kg, las cuales se preñaron por inseminación artificial a la edad comprendida entre los 22 y 35 meses y distribuidas homogéneamente en ambos tratamientos en la medida que llegaban al séptimo mes de preñez. Durante todo el período experimental los animales pastoreaban en forma conjunta en potreros de pasto bermuda (*Cynodon dactylon*) con una carga animal de 2,3 UA/ha/año. Se utilizaron para ello cuatro potreros de 1,5 has cada uno con agua y sales minerales *ad libitum* y una rotación de siete días de ocupación y 28 de descanso. Durante el período seco se aplicó riego por inundación.

Las novillas fueron complementadas diariamente entre las 8:00 y 9:00 AM desde el séptimo mes de preñez hasta el momento del parto. Al momento de la complementación, las novillas permanecían en galpones techados con agua *ad libitum* hasta las 10:00 AM, siendo llevadas posteriormente a potrero.

Una vez paridas, a los tres días fueron llevadas al grupo de vacas en ordeño del rebaño, donde ambos tratamientos fueron manejados de acuerdo a

la rutina de la Unidad Experimental, suministrándose alimento concentrado como suplemento al momento del ordeño a razón de 1 kg por cada 3 L de leche producida por animal, eliminándose el suministro de caña al grupo T2 inmediatamente después del parto. Las vacas fueron ordeñadas mecánicamente sin apoyo del becerro. Al entrar en el rebaño de la Unidad, los animales fueron nuevamente preñados por inseminación artificial.

Las variables estudiadas fueron peso al nacer de los becerros (utilizando el sexo como covariable), peso pre (30 días antes del parto) y post parto (un día después del parto), ganancia de peso al final de la preñez, intervalo entre partos y producción de leche a los 210 días, estimándose posteriormente algunos cálculos de costos e ingresos por la tecnología utilizada. Para este estudio se consideró el resto de los costos iguales para ambos tratamientos, por lo que la comparación está basada sólo en la alimentación de los animales en el período experimental, la cual se basó en función de la ración suministrada.

El diseño utilizado fue completamente al azar donde cada animal representó una réplica (siete/tratamiento). Para la medición de la producción de leche e intervalo entre parto se usó como covariable la edad al parto. Los análisis se realizaron de acuerdo al siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \epsilon_{ijr};$$

donde:

Y_{ij}: Observación
μ: Media general
σ_i: Efecto del i-ésimo nivel del tratamiento
ϵ_{ijr}: Error experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso pre y post parto

No se encontró diferencia significativa para el peso de la novilla antes y después del parto ($P>0,05$), siendo la diferencia de peso entre ambas variables de 51 y 64 kg para las novillas que fueron suplementadas con concentrado (T1) y caña (T2), respectivamente. Sin embargo, hubo una mayor ganancia de peso para aquellas que consumieron caña ($P<0,01$)

superando en más de 270 g/animal/día durante los tres meses de tratamiento (Cuadro 1).

Noguera *et al.* (1994) usando mestizos indefinidos en el sur del Lago de Maracaibo, estado Zulia, obtuvieron pesos al primer parto de 429 kg, mientras que Silva *et al.* (1983) obtuvieron valores de 486 y 472 kg al pre y post parto a 90 días, respectivamente, con animales mestizos Holstein suplementados con concentrado y en estabulación hasta el séptimo mes y llevados luego a pastoreo en asociación kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). Asimismo, encontraron pesos promedios de diversas razas al primer parto de 391 y 369 kg pre y post parto, respectivamente, siendo las pérdidas de peso para este último de 22 kg, valor éste casi tres veces menor que el obtenido en el presente ensayo.

Cuadro 1. Peso al pre parto, post parto y al nacer de los animales en estudio

Peso	Pastoreo + alimento	Pastoreo + caña	Nivel P
Peso inicial, kg	490 ± 17	500 ± 37	0,60
Preparto, kg	527 ± 18	553 ± 43	0,25
GDP, g/animal/día	669 ± 232	956 ± 186	0,01
Post Parto, kg	476 ± 18	489 ± 42	0,54
Diferencia (Pre – Post), kg	51 ± 16	64 ± 20	0,28
Peso final lactancia, kg	471 ± 34	485 ± 38	0,43
IPP, días	454 ± 137	347 ± 60	0,05
Peso al nacer, kg	34 ± 4	34 ± 4	0,82
Producción leche			
L/día	6,1 ± 1,8	7,8 ± 1,3	0,02
L/lactancia	1.269 ± 387	1.634 ± 274	0,02

La diferencia de peso promedio en ambos tratamientos estuvo cercano al 11%, indicador superior al obtenido por Silva *et al.* (1983). Estos autores concluyeron que las pérdidas de peso obtenidas por ellos eran aceptables (6,3%), sugiriendo modificar el esquema de manejo de los animales de reemplazo donde se buscara incrementar este peso. Cuando las hembras bovinas tienen un peso adecuado al primer parto, disminuyen los problemas de desarrollo, gestación, partos posteriores y producción de leche (Noguera *et al.*, 1994).

Las hembras de primer parto deben tener una ganancia de peso entre los 340 y 350 g/anima/día desde el inicio de su preñez hasta el parto (Ramos, 2000). En el experimento se pudo observar que las novillas presentaron ganancias superiores, en el último tercio de gestación, correspondiendo 669 g/animal/día para el tratamiento testigo y 956 g/animal/día para T2. La nutrición inadecuada de vaquillas previo al parto traen como consecuencia bajos pesos de becerros al nacer y baja producción de leche (Ramos, 2000).

La diferencia de peso al final de la lactancia no resultó significativo (P>0,05), a pesar que en el tratamiento con caña de azúcar se observó una superioridad en el orden de los 14 kg promedio/animal. Es posible que el bajo número de animales no permitiera observar diferencias significativas en todas las variables relacionadas con el peso de las vacas.

Intervalo ente parto

El intervalo entre parto y parto resultó favorable para las vacas de T2 con una diferencia de 107 días menos que las del grupo testigo (P<0,05), lo que indica que el uso de la caña de azúcar fresca molida en hembras de primer parto alimentadas tres meses antes del parto contribuye a una mayor eficiencia reproductiva del rebaño y por lo tanto la productividad lechera del rebaño en el futuro (Cuadro 1). Se ha mencionado que novillas no alimentadas adecuadamente previo al parto presentan un mayor IPP y un comportamiento reproductivo más pobre (Ramos, 2000).

En animales con predominancia Holstein en diversas fincas de los estados Anzoátegui y Monagas en Venezuela se han obtenido rangos de 378 a 480 y 385 a 399 días, respectivamente (Rodríguez-Hernández, 1985). Entretanto, Valle (1995) con animales puros de la misma Unidad Experimental donde se llevó a cabo el presente estudio, obtuvo valores de 407,9 a 501,8 días, con menor duración para aquellas hembras mayormente adaptadas a las condiciones climáticas del trópico. Valle y Obispo (1988) trabajando con hembras de la misma composición racial que la utilizada en la presente investigación, obtuvieron un promedio general entre la primera y segunda lactancia de 398,6 días.

Peso al nacer

No hubo efecto de tratamiento sobre el peso al nacer (P>0,05) siendo el promedio de ambos de 34 kg/animal (Cuadro 1). El peso promedio para los becerros fue de 36 kg, mientras que en las hembras fue 33 kg. Estos valores son superiores a los reportados en diversas fincas del estado Yaracuy

con animales mestizos lecheros y donde se relaciona esta variable con el manejo del peso preparto de la madre (Sandoval *et al.*, 1997). Los pesos obtenidos en este ensayo permiten inferir en relación al buen manejo de los animales durante esta etapa.

Producción de leche

El Cuadro 1 muestra como la producción de leche promedio por animal fue de 6 y 8 L/animal/día para T1 y T2, respectivamente (P<0,02), el cual se vio reflejado en una mayor productividad en los animales que consumieron caña entera repicada (P<0,02) con una producción por lactancia superior en más del 28% total (1.269 vs. 1.634 para T1 y T2, respectivamente). Es probable que las vacas de primer parto de T2 obtuvieran mayor producción láctea como consecuencia de una mayor ganancia de peso desde el mes siete de su gestación hasta el momento del parto, quedando de esta manera en un balance energético positivo. Silva y Verde (1983) mencionan como el efecto del peso al parto incide en el comportamiento de las vacas lecheras. Es de mencionar que datos de Casas y Tewolde (2001) usando animales Criollos indicaron que la edad al primer parto no influye sobre la producción de leche en la primera lactancia; lo que no se observó en el presente ensayo con animales mestizos Holstein. Asimismo, Bodisco *et al.* (1971) encontraron que la edad de las vacas no tiene influencias significativas en las lactaciones.

Valle y Obispo (1988) en animales del mismo sitio experimental obtuvieron valores superiores de producción de leche al encontrado en este ensayo (10,3 L/animal/día), pero los autores indicaron que este nivel de producción afectó el IPP. Asimismo, es de mencionar que los actuales animales presentan un mayor grado de sangre cebú en comparación a los anteriores, en la cual predominaba el 3/4 y 5/8 Holstein x Brahman.

Diversos trabajos de investigación en otras latitudes han demostrado que el rendimiento lácteo de la primera lactancia se optimiza cuando el peso corporal vivo postparto es de 550 kg (Jud Heinrichs, 2001). No obstante, estos son trabajos realizados en condiciones climáticas diferentes con animales puros o de alto mestizaje Holstein.

El momento de mayor desbalance energético se encuentra en la primera etapa de la lactancia, por lo que se requiere de un manejo nutricional durante las tres semanas pre y tres semanas post parto de una dieta más concentrada en energía a base de carbohidratos no estructurales o suplementación con grasa; ya que un inadecuado consumo de energía

conlleva a déficit nutricionales, debido a que el animal debe movilizar sus reservas para satisfacer los requerimientos de producción, implicando una menor eficiencia reproductiva. Esta explicación podría ser válida en el hecho que las novillas mestizas Holstein alimentadas al final de la lactancia con caña de azúcar fresca como alimento energético promueve una mejor condición corporal del animal al momento del parto, acumulándose energía que va a ser utilizada posteriormente para su reproducción, crecimiento y mayor capacidad para producir leche. La Figura 1 muestra la producción de leche hasta el final de la lactancia, no encontrándose diferencias estadísticas (P>0,05) desde los 15 hasta los 135 días de lactancia, pero, a partir de esta fecha hasta el final del experimento las diferencias fueron incrementándose (P<0,01). La figura indica como a medida que avanzan las diferentes evaluaciones se observa una mayor producción que se ve reflejada al final de la lactancia.

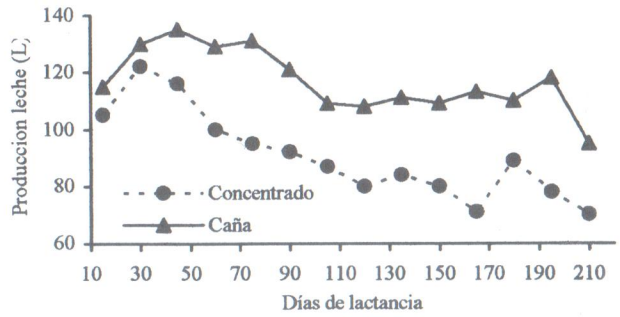

Figura 1. Efecto de la alimentación preparto con caña y concentrado en vacas de primer parto

Resultados Bioeconómicos

El Cuadro 2 muestra la obtención de un mayor ingreso neto por concepto del uso de la caña de azúcar fresca, con una diferencia positiva con respecto al uso del alimento concentrado de US $ 102,95 (221.342 Bs/animal), lo que representa para los siete animales bajo tratamiento un total de US $ 720,65 (Bs. 1.549.398) adicionales. Sin embargo, al relacionar la

producción de leche con el costo de las dietas suministradas, resultó que el costo de la leche por el uso de esta tecnología fue de US $ 0,024 (Bs. 50,8) y US $ 0,051 (Bs. 110,5) para el uso de alimento concentrado y caña de azúcar, respectivamente. Ello motivado al costo de mano de obra utilizado para un pequeño grupo de animales (siete), por lo que es probable que al incrementar el número de animales a suplementar, el costo de la caña disminuya. No obstante, se deben considerar las otras variables estudiadas, ya que al obtener un menor IPP la producción de leche anual se incrementa aún más, lo cual probablemente disminuya a mediano plazo ese costo de producción y posiblemente generará a largo plazo una tasa de retorno positiva al capital de explotación, de acuerdo con Ordoñez (2000).

Cuadro 2. Ingreso bruto y neto por la tecnología utilizada

Variables	Alimento concentrado	Caña de azúcar fresca
Producción de leche, L/lactancia	1269	1634
Precio de la leche, US $†	0,43	0,43
Ingreso Bruto, US $	545,67	702,62
Costo alimento/día, US $	0,50	1,40
Costo Total alimento, US $	30	84
Ingreso Neto, US $	515,67	618,62
Diferencia, US $		102,95

† US $ = Bs. 2.150

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluye que el uso estratégico de la caña de azúcar como recurso energético en novillas previo al parto incide significativamente en una mayor producción de leche por lactancia (P<0,01), disminuye el IPP (P<0,05) y mejora la ganancia de peso de las novillas en la última etapa de la gestación (P<0,01).

Debido al bajo número de animales utilizados el costo por litro de leche con el uso de la caña de azúcar fue mayor. Sin embargo, se recomienda su uso debido a que se obtiene mayor producción de leche, mayores ingresos y se disminuye el IPP, por lo que posiblemente favorecerá la productividad a mediano y largo plazo.

Se recomienda evaluar los datos de producción de leche y de reproducción en las siguientes lactancias con la finalidad de verificar si el uso

de la caña de azúcar fresca previo al parto en vaquillas incide favorablemente en el futuro de las mismas.

BIBLIOGRAFÍA

Bodisco B., E. Cevallos, E. Rincón, G. Mazzarri y C. Fuenmayor. 1971. Efecto de algunos factores ambientales y fisiológicos sobre la producción de leche de vacas Holstein y Pardo Suizas en Maracay, Venezuela. Agronomía Trop., 21(6):549-563.

Casas E. y A. Tewolde. 2001. Evaluación de características relacionadas con la eficiencia reproductiva de genotipos criollos lecheros en el trópico húmedo. Arch. Latinoam. Prod. Anim., 9(2):63-67.

Combellas J. 1998. Alimentación de la Vaca de Doble Propósito y de sus Crías. Fundación INLACA, Venezuela. 196 p.

Espinoza F. 2000. La caña de azúcar como banco de energía y su uso estratégico en fincas. Carabobo Pecuario, 147: 24-25.

Heinrichs A. 2001. Respuesta al cambio en la relación de proteína a energía en el crecimiento, eficiencia alimenticia y desarrollo de la glándula mamaria de becerras prepúberes y producción de leche en la primera lactancia y de por vida. Pennsylvania State University, Dep. Dairy Animal Science. http://www.das.psu.edu/dairynutrition/documents/protenerg.pdf. Consultado el 22/5/2005.

Noguera E., O. Abreu, R. Azócar y R. Acosta. 1994. Comportamiento productivo de un rebaño mestizo indefinido en el Sur del Lago de Maracaibo. Zootecnia Trop., 12(1): 99-114.

Ordóñez J. 2000. Evaluación económica de la utilización de la caña de azúcar en sistemas de doble propósito. *En* Chacón E. y A. Baldizán (Eds.). Memorias I Simposium sobre recursos y tecnologías alimentarias para la producción bovina a pastoreo en condiciones tropicales. San Cristóbal, Táchira. pp.199-202.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2004. Producción 2003. Colección FAO: Estadística N° 177, Roma. 259 p.

Padilla P. y E. Chacón. 2006. Nuevas opciones para la producción de leche en Venezuela. Estudio de caso en el sureste andino. *En* Chacón E. y A. Baldizán. (Eds.). Memorias II Simposium sobre recursos y tecnologías alimentarias para la producción bovina a pastoreo en condiciones tropicales. Pasteurizadora Táchira. San Cristóbal, Táchira. CD-ROM

Ramos A. 2000. Desarrollo de vaquillas de reemplazo. Revista Rancho. Disponible en http://patrocipes.org.mx/ranchoabril/vaquillas.htm. Consultado el 19/05/2005.

Rodríguez-Hernández T. 1985. Eficiencia reproductiva en hatos bovinos del oriente de Venezuela. Taller "Eficiencia reproductiva del ganado bovino" IV Congreso Ven. Zootecnia, Asociación Venezolana Producción Animal, Maracaibo, Zulia. Disponible en http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/ivcongreso/taller/articulo1.pdf. Consultado el 24/5/2005.

Sandoval E., P. Bonnal, P. Beaudouin, J. Berhocoirigoin y S. Alfonso. 1997. Tipología y caracterización preliminar de los sistemas de crianza de becerros en fincas de doble propósito en las áreas de Aroa y bajo Tocuyo. Zootecnia Trop., 15(2):177-190.

Silva G., N. Martínez y O. Verde. 1983. Peso al parto y noventa días postparto en vacas lecheras de la zona alta de Venezuela. Zootecnia Trop., 1(1 y 2):23-30.

Silva G. y O. Verde. 1983. Producción de vacas lecheras en la zona alta de Venezuela. Zootecnia Trop., 1(1 y 2): 31-40.

Valle-Sollazo A., F. Espinoza-Morillo, M. Puerta-Olivo, E. Sánchez-Jauregui y C. Carrillo-Matheus. 2001. Urecaña como sustituto parcial del concentrado en el crecimiento de vaquillas mestizas lecheras. Revista Chapingo. Serie Ingeniería Agropecuaria, 4(1):17-21.

Valle A. y N. Obispo. 1988. Importancia del porcentaje de área negra en animales Holstein sobre el proceso adaptativo. V. Producción y reproducción. Zootecnia Trop., 6(1-2):27-44.

Valle A. 1995. Duración de la gestación, producción de leche e intervalo entre partos de vacas Holstein de distintas procedencias. Zootecnia Trop., 13(2):199-214.

Zootecnia Trop., 24(2): 109-120. 2006

Comportamiento productivo y reproductivo de tres genotipos bovinos en la región del Soconusco, Chiapas, México

Jaime Jorge Martínez-Tinajero[1*], Juan Francisco Aguirre-Medina[1], Gilberto Martínez-Priego[1] y Glafiro Torres-Hernández[2]

RESUMEN

Para evaluar el efecto del genotipo en el comportamiento productivo y reproductivo en condiciones del Soconusco, Chiapas, México, se utilizaron vacas de segundo parto Australian Friesian Sahiwal (AFS, n=10), Criollo Lechero Tropical (CLT, n=10) y Doble Propósito (DP, n=10) con sus crías. Las vacas pastorearon *ad libitum* una pradera establecida con pasto Estrella de Africa (*Cynodon plechtostachyus*) y en el corral recibieron 2 kg/animal de un concentrado comercial al momento de la ordeña. Las crías se alimentaron artificialmente con un substituto de leche. Las vacas se ordeñaron mecánicamente 2 veces por día sin el apoyo del becerro y cada 14 días se registraron el intervalo parto primer estro (IPPE), producción de leche (PL) y los cambios de peso corporal en vacas (CPCV) y becerros (CPCB). Se utilizo un diseño completamente al azar con 3 tratamientos (genotipos) y 10 repeticiones, considerando una vaca como la unidad experimental. El IPPE fue menor ($P<0,01$) en vacas AFS y CLT (37,2±7,4 y 55,1±20,3 d) que en vacas DP (93±1,8 d); la PL en vacas AFS (11,9±4,4 L/d) fue mayor ($P<0,05$) que en vacas DP y CLT (8,3±1,8 y 6,6±1,9 l/d, respectivamente). El CPCV fue similar ($P>0,05$) en vacas CLT, AFS y DP (1,0±12,8, -2±14,4 y -7,2±9,8 kg, respectivamente). Por otra parte, el CPCB fue similar ($P>0,05$) en becerros AFS (39,7±5,7 kg), CLT (33,5±13,3 kg) y DP (37,7±4,6 kg). Se concluye que las vacas Australian Friesian Sahiwal y Criollo Lechero

[1] Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Chiapas (UACh). Tapachula, Chiapas, México. *Correo electrónico: jaimej@unach.mx

[2] Programa de Ganadería, Colegio de Postgraduados, UACh. Tapachula, Chiapas, México.

Recibido: 31/12/04 Aceptado: 16/09/05

Tropical mostraron el mejor comportamiento productivo y reproductivo que las Doble Propósito bajo las condiciones ambientales y de manejo del Soconusco, Chiapas, México.

Palabras clave: Australian Friesian Sahiwal, criollo lechero tropical, doble propósito, trópico húmedo, pastoreo.

Productive and reproductive performance of three cattle genotypes in the Soconusco region, Chiapas, Mexico

SUMMARY

To evaluate the effect of genotype on productive and reproductive performance under conditions of the Soconusco region, Chiapas, Mexico, Australian Friesian Sahiwal (AFS, n=10), Criollo Lechero Tropical (CLT, n=10), and Dual Purpose (DP, n=10) cows in their second parity with their calves were utilized. Cows grazed *ad libitum* a pasture established with African Star grass (*Cynodon plechtostachyus*), while in corral were given 2 kg/animal of a commercial concentrate during milking. Calves were artificially reared with a milk substitute. Cows were mechanically milked twice a day, without the presence of their calves, and the interval from calving to first estrus (ICFE), milk production per day (MP), and body weight changes in both cows (BWCO) and calves (BWCA) were registered every 14 days. It was utilized a completely randomized design with three treatments (genotypes) and 10 replications, taking a cow as the experimental unit. ICFE was shorter ($P<0.01$) in AFS and CLT cows (37.2±7.4 and 55.1±20.3 d, respectively), than in DP cows (93±1.8 d). MP in AFS cows (11.9±4.4 L/d) was higher ($P<0.05$) than in DP and CLT cows (8.3±1.8 and 6.6±1.9 l/d, respectively). BWCO was similar ($P>0.05$) in CLT, AFS, and DP cows (1±12.8, -2±14.4 and -7.4±9.8 kg, respectively). On the other hand, BWCA was similar ($P>0.05$) in AFS (39.7±5.7 kg), CLT (33.5±13.3), and DP (37.7±4.6 kg) calves. It is concluded that Australian Friesian Sahiwal and Criollo Lechero Tropical cows showed a better productive and reproductive performance than Dual Purpose cows under the environmental and management conditions of the Soconusco, Chiapas, Mexico.

Keywords: Friesian Sahiwal, criollo lechero tropical, dual purpose, humid tropic, grazing.

INTRODUCCIÓN

La ganadería de Doble Propósito (DP) se define como un sistema tradicional del trópico en el cual se producen conjuntamente carne y leche (Rivas y Holmann, 2003) sobre la base de ganado criollo cruzado con Cebú y razas lecheras europeas (Gomes *et al.*, 2002). Generalmente esto va asociado con la cría de todos los terneros (machos y hembras) mediante amamantamiento directo (Seré, 1986). En general, la productividad de este tipo de ganado es baja (Torres, 1991; Gómez *et al.*, 2002), debido en parte a una pobre respuesta reproductiva (Ávila *et al.*, 1984) caracterizada por una edad a la pubertad tardía e intervalos entre partos prolongados por la duración del anestro de lactación, dando como resultado pariciones a intervalos aproximados de 2 años (Enciso, 1996).

El anestro postparto es la ausencia de la actividad reproductiva en vacas puede ser ocasionado por problemas de distocia, alta producción de leche, involución uterina retardada y la presencia y número de crías amamantando. Existen varios factores que afectan la duración del anestro posparto y el amamantamiento parece ser el factor más importante que incrementa este periodo. Se ha observado que el estímulo causado por el amamantamiento del becerro prolonga el anestro postparto en vacas, inhibiendo la secreción de la hormona luteinizante (Pérez, 1992).

El Criollo Lechero Tropical (CLT) es una raza bovina que se caracteriza por su adaptabilidad al trópico, su piel gruesa y pigmentada, su resistencia a la garrapata, su pelo corto y escaso, su agilidad para desplazarse en praderas, la calidad de su leche, así como su capacidad para mantenerse en praderas de gramíneas tropicales y ser fértil y muy longevo en las condiciones mas adversas (De Alba y Kennedy, 1994).

El objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento de vacas Australian Friesian Sahiwal, Criollo Lechero Tropical y Doble Propósito, y su efecto sobre la respuesta productiva y reproductiva en la región del Soconusco, Chiapas, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó de septiembre de 2001 a enero de 2002 en las instalaciones de Reproducción Animal Bovina, Módulo Lechero de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Chiapas y Rancho "El Tigre, ubicados en el Soconusco, Chiapas, México.

Geográficamente, los sitios experimentales se ubican a 14° 59` 50" N, a una altura de 44 msnm. El clima prevaleciente en la región, según García (1973), es Am(W)Ig (cálido-tropical-húmedo) con precipitación anual promedio de 2.415 mm, distribuidos en los meses de mayo a octubre y la temperatura media anual es 28°C. El Soconusco es importante tanto por su extensión como por su potencial ganadero. Está constituido por terrenos que van desde bajos inundables a planos y lomeríos con pendientes suaves y fuertes. Su hidrología es caracterizada por un sinnúmero de ríos y afluentes que irrigan las fértiles llanuras y zonas con ligeras pendientes, formando una intrincada red de cuencas entre los ríos Huixtla, Huehuetán, Coatán, Cahoacán y Suchiate (De la Osa, 1999).

Se utilizaron 30 vacas de segundo parto con sus respectivas crías de las razas Australian Friesian Sahiwal (AFS), Criollo Lechero Tropical (CLT) y Doble Propósito (DP), con un peso promedio al parto de 385,2±13,6 kg. Los datos se tomaron los primeros 98 días postparto durante la época de secas, comprendidos de septiembre de 2001 a enero de 2002. El estudio se inició 14 días después del parto, con la finalidad de dar oportunidad a los becerros para que consumieran calostro, y reducir de esta manera los problemas por enfermedades. La ordeña se realizó mecánicamente 2 veces al día, de 4:00 a 5:00 AM y de 4:00 a 5:00 PM, sin apoyo del becerro en los tres grupos experimentales. La alimentación de las vacas consistió en pastoreo *ad libitum* en praderas establecidas con pasto Estrella de Africa (*Cynodon plechtostachyus*). Asimismo, las vacas se suplementaron con 2 kg de un concentrado comercial al momento de la ordeña, que contenía 16% de proteína cruda. El agua se ofreció a libre acceso a los tres genotipos bajo estudio.

Los becerros durante el periodo experimental estuvieron en corraletas colectivas con disponibilidad de agua y con sombra adecuada. La alimentación de los becerros consistió en sustituto de leche, suministrada de 8:00 a 9:00 AM y de 4:00 a 5:00 PM y un concentrado proteico con 25% de proteína cruda a libre acceso. Cada 14 días los becerros y sus madres se pesaron con una báscula portátil en ayunas, desde el nacimiento hasta el final del experimento.

Para obtener la variable intervalo parto primer estro se observaron las vacas durante media hora en la mañana y media hora en la tarde con personal capacitado, con el fin de detectar el momento en el que las hembras presentaban estro, para ser inseminadas artificialmente 12 horas posterior al inicio del estro. Asimismo, a partir del día 14 postparto, se realizó palpación

rectal cada 14 días para detectar el reinicio de la actividad de los ovarios, mediante la identificación de estructuras ováricas.

Las variables analizadas fueron el intervalo parto primer estro (IPPE), la producción de leche diaria (PL), y los cambios de peso corporal de vacas (CPCV) y becerros (CPCB). Los datos se sometieron a un análisis de varianza (SAS, 1999), utilizando un diseño completamente al azar con 3 tratamientos (genotipo) y 10 repeticiones, en donde una vaca fue la unidad experimental. La comparación de medias entre tratamientos se hizo mediante la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de intervalo parto primer estro obtenidos en este experimento se muestran en el Cuadro 1. Los promedios fueron 37,2±7,4 y 55,1±20,3 días para vacas AFS y CLT, respectivamente, comparados con 93±15,8 días para vacas DP.

Cuadro 1. Promedios de Intervalo parto primer estro (IPPE) en vacas Australian Friesian Sahiwal (AFS), Criollo Lechero Tropical (CLT) y Doble Propósito (DP) en el Soconusco, Chiapas, México

Genotipo	n	IPPE
		días
AFS	10	37,2 ± 7,42a†
CLT	10	55,1 ± 20,3a
DP	10	93,0 ± 15,8b

† Medias con distinta letras son diferentes (P<0,05)

El indicador que nos permite evaluar la capacidad productiva de una hembra es la producción de leche por día interparto. Los resultados (Cuadro 2) indican que la producción de leche por día interparto de las vacas AFS superó la de las vacas CLT y DP (11,9 *vs* 6,6 y 8,3 L/d, respectivamente).

En el Cuadro 3 se muestran los cambios de peso corporal que mostraron las vacas durante el experimento, no encontrándose diferencias (P>0,05) entre los tres genotipos, haciendo notar que las vacas hasta los 98 días postparto habían alcanzado el peso que tenían al momento de parir, lo que indica que no presentaron un balance energético negativo.

Cuadro 2. Promedios de producción de leche (PL) en vacas Australian Friesian Sahiwal, Criollo Lechero Tropical y Doble Propósito en el Soconusco, Chiapas, México

Genotipo	n	PL
		L/d
AFS	10	11,9 ± 4,4a†
CLT	10	6,6 ± 1,9b
DP	10	8,3 ± 1,8b

† Medias con distintas letras son diferentes (P<0,05)

Los resultados obtenidos en los cambios de peso corporal diario de los becerros (Cuadro 4) indican que no hubo diferencia entre genotipos (P>0,05). El promedio general de peso al nacer en los tres genotipos fue 28,3 kg, mientras que el promedio de peso final fue 65,3 kg.

Cuadro 3. Cambios de peso corporal en vacas Australian Friesian Sahiwal, Criollo Lechero Tropical y Doble Propósito en el Soconusco, Chiapas, México

Genotipo	n	Peso parto	Peso final	Diferencia
		kg		
AFS	10	384,2 ± 51,9a†	382,2 ± 42,6a	-2 ± 14,4a
CLT	10	382,3 ± 31,1a	383,3 ± 36,7a	1 ± 12,8a
DP	10	389,3 ± 09,6a	382,1 ± 15,6a	7,4 ± 9,8a

† Medias con la misma letra no son diferentes (P>0,05)

El intervalo parto primer estro es una variable reproductiva bastante importante tanto en razas de leche como de carne, ya que su manifestación indica que una vaca ha reiniciado su actividad ovárica y que puede quedar gestante nuevamente. En el sureste de México algunos autores (López, 1991; Magaña y Delgado, 1998; Pérez *et al.*, 2001; Echevarría *et al.*, 2002) han reportado intervalos parto primer estro de 120±72,5; 66,5±37,7; 57±2 y 87,3+2,7 días en vacas de doble propósito, respectivamente. Otros autores (Colina *et al.*, 2000) mencionan la poca o baja adaptabilidad de las razas lecheras especializadas al clima tropical. Este resultado difiere de los resultados obtenidos en el presente estudio, ya que las vacas AFS y CLT

fueron las que presentaron una mayor eficiencia reproductiva, a pesar de ser genotipos cruzados con *Bos taurus*.

Cuadro 4. Peso al nacimiento (PN), peso final (PF), y ganancia de peso total (GPT) en becerros Australian Friesian Sahiwal, Criollo Lechero Tropical y Doble Propósito en el Soconusco, Chiapas, México

Genotipo	PN	PF	GPT
	kg		
AFS	29,9 ± 7,1	69,6 ± 8,3	39,7 ± 5,7a†
CLT	26,2 ± 9,6	59,7 ± 12,3	33,5 ± 13,3a
DP	28,9 ± 5,2	66,6 ± 6,0	37,7 ± 4,6a

† Medias con la misma letra no son diferentes (P>0,05)

Asimismo, Salgado *et al.* (2002) mencionan que el desempeño reproductivo en el postparto está determinado entre otros factores, por el medio ambiente, nutrición, amamantamiento, raza, edad y manejo. Hay que hacer mención que en esta investigación se prestó mayor importancia al efecto que puede tener el genotipo en la reducción del intervalo parto primer estro, ya que la alimentación puede ser controlada con mayor facilidad (Calderón, 1997), no por ello se deja de enfatizar que una buena alimentación es indispensable para resolver parcialmente el anestro postparto y con ello mejorar el comportamiento reproductivo en vacas que han reiniciado su actividad ovárica.

González y Lagunes (1997) mencionan que el genotipo en donde interviene la cruza con *Bos taurus* y específicamente con la Holstein, la producción de leche es por lo general mayor que la de vacas cruzadas con Cebú x Suizo y Cebú. Los mismos autores mencionan que en sistemas de doble propósito existen vacas con alta capacidad productiva y baja habilidad reproductiva, ocasionando periodos interpartos prolongados. Lo anterior difiere con los resultados del presente estudio, ya que las vacas AFS, además de haber presentado la mayor producción de leche, presentaron también el menor intervalo parto primer estro.

El grupo de vacas DP rebasó de manera significativa la producción de leche promedio nacional (1,06 kg/d) en vacas doble propósito y coinciden con los reportados en México por Hernández *et al.* (2001), en Venezuela por Miranda *et al.* (2002) y en Colombia por Cortes *et al.* (2003), en donde vacas

Bos taurus x *Bos indicus* produjeron 7,7 y 7,6 y 6,6 kg de leche día^{-1}, respectivamente.

El hecho de no haber obtenido diferencias significativas en los CPCV en los genotipos en estudio probablemente se debe al reducido número de observaciones, o bien, a que como el peso corporal depende de la talla del animal, un peso bajo puede pertenecer a una vaca de talla pequeña y no necesariamente reflejar una mala condición física del animal, que es lo que posiblemente mejor se correlacionaría con el intervalo parto primer estro, o bien, probablemente se debe a que las vacas empleadas en el experimento se encontraban en buenas condiciones físicas, ya que en el año en que se realizó el estudio los animales contaban con pasto abundante y de excelente calidad; es decir, que cuando las vacas obtienen los nutrimentos que requieren para su mantenimiento y reproducción, el efecto de genotipo y el manejo de la lactación no mejora los intervalos parto primer estro. Sin embargo, es posible que este tipo de manejo tuviera algún efecto benéfico en animales que se encuentran en mala condición física o vaquillas de primer parto o en ambos, y que por lo tanto, sea un manejo recomendable solamente para determinados animales de un hato.

Los resultados obtenidos con las vacas AFS y CLT indican que cuando son manejadas eficientemente y tienen buena condición corporal postparto, puede ser posible inseminar un porcentaje relativamente alto de ellas, aún cuando algunas tengan menos de 70 días postparto. Lo anterior es relevante, ya que González *et al.* (1999) mencionan que en este lapso de tiempo un alto porcentaje de vacas permanece en anestro. Estos datos concuerdan con lo que encontraron Rasby *et al.* (1984) y Walters *et al.* (1984), al mencionar que las vacas con una pobre condición corporal tienen largos intervalos parto primer estro, a diferencia de las vacas con buena condición corporal.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las vacas Australian Friesian Sahiwal y Criollo Lechero Tropical tuvieron menor intervalo parto primer estro que las vacas Doble Propósito.

Las vacas Australian Friesian Sahiwal tuvieron mayor producción de leche por día interparto que las vacas Criollo Lechero Tropical y Doble Propósito.

Se recomienda continuar investigando en estos genotipos su comportamiento productivo y reproductivo, si es posible incluyendo otras variables indicadoras de adaptación y sanidad, con el propósito de tener una idea clara de su potencial productivo en la región de estudio y estar en posibilidad de hacer recomendaciones de su posterior utilización, ya sea en sistemas como razas puras, o bien, de cruzamientos comerciales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de la presente investigación expresan su agradecimiento al Sr. Rolando Stivalet Corral, propietario de RAB México y Rancho "El Tigre", por facilitar parte de los animales para el experimento.

BIBLIOGRAFÍA

Ávila M.B., A. Barrera, E. Delgado, I. Figueroa y L. Martínez. 1984. Situación reproductiva del ganado bovino de doble propósito en la región de Tierra Caliente, Guerrero y Michoacán. Memorias X Congreso Nacional de Buiatría. México, D.F. pp. 272.

Calderón R.R. 1997. Experiencias del desarrollo tecnológico sobre los indicadores reproductivos en hembras bovinas de doble propósito. Memoria III Simposium de Ganadería Tropical "Bovinos de Doble Propósito". INIFAP. Puebla. pp. 12-56.

Colina J., O. Verde, M. Hahn y D. Barrios. 2000. Eficiencia reproductiva de un rebaño Holstein puro bajo condiciones tropicales. Rev. Fac. Cien. Vet. UCV, 41(1-3):33-40.

Cortés H., C. Aguilar y R. Vera. 2003. Sistemas bovinos doble propósito en el trópico bajo de Colombia. Modelo de simulación. Arch. Zootec., 52: 25-34.

De Alba J. y B.W. Kennedy. 1994. Genetic parameters of purebred and crossbred milking Criollo in tropical Mexico. Anim. Prod., 58:159-185.

De la Osa F.J. 1999. Posibilidades para el cultivo de cítricos en el Soconusco. I Diplomado Internacional en Fruticultura Sostenible. UNACH. Facultad de Ciencias Agrícolas. Huehuetán, Chiapas, México.

Echevarría C.L., W. Huanta y A.L. Delgado. 2002. Identificación de las limitantes del comportamiento reproductivo y la eficiencia de la inseminación artificial en ganado lechero de la zona de Lima. Rev. Inv. Vet. Perú., 13(2): 18-27.

Enciso S.A. 1996. Modelos de secreción de hormona luteinizante y progesterona en vacas *Bos taurus x Bos indicus* en el trópico húmedo. Memoria III Curso de actualización en Producción Animal (Bovinos). Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. pp. 29.

García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). UNAM. México. pp. 1-12.

Gomes A.N., E.P. da Costa, J.D. Guimarães, M.R. Silva, B. Zamperlini, F. M. Juqueira, A.D. Ferreira y T. Miranda. 2002. Atividade ovariana em fêmeas bovinas da raça Holandesa e mestiças Holandês x Zebu, durante dois ciclos estrais normais consecutivos. Rev. Bras. Zootec., 31(2): 627-634.

Gómez C.H., A. Tewolde y J. Nahed Toral. 2002. Análisis de los sistemas ganaderos de doble propósito en el centro de Chiapas, México. Arch. Latin. Prod. Anim., 10(3): 175-183.

González O.A. y L.J. Lagunes. 1997. Comportamiento productivo de becerros de doble propósito. Memoria III Simposium de Ganadería Tropical "Bovinos de Doble Propósito". INIFAP. Villahermosa, Tabasco. pp. 30-32.

González S.C., B.N. Madrid y S. Padrón. 1999. Evaluación reproductiva en fincas bovinas de doble propósito utilizando los días en lactación (DEL). Rev. Fac. Agron. LUZ, 16(Supl. 1): 237-242.

Hernández R.E., V.M. Segura, J.C. Segura y M.M. Osorio. 2001. Intervalo entre partos, duración de la lactancia y producción de leche en un hato de doble propósito en Yucatán, México. Agrociencia, 35: 699-705.

López J. 1991. Efecto de la administración de naloxona y destete temporal por 48 horas a vacas de doble propósito en anestro a los 28 y 42 días postparto en el trópico. Tesis Maestría. UNAM. FMVZ. México, D.F. pp. 2.

Magaña M.J. y R. Delgado. 1998. Algunas observaciones sobre el comportamiento reproductivo de vacas pardo suizo en el trópico subhúmedo de México. Universidad Autónoma de Yucatán. FMVZ. Mérida, México, pp. 4.

Miranda J., M. Benezra y O. Colmenares. 2002. Efecto de la suplementación estratégica con germen de maíz sobre la producción de leche y reproducción de vacas de doble propósito. Zootecnia Trop., 20(1): 31-47.

Pérez H.P. 1992. Efecto del amamantamiento y presencia del macho en el reestablecimiento de la actividad reproductiva postparto en vacas *Bos taurus* x *Bos indicus* en un sistema de rejeguería. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México, pp. 64.

Pérez H.P., F. Solaris, M. García-Winder, M. Osorio y J. Gallegos. 2001. Comportamiento productivo y reproductivo de vacas de doble propósito en dos sistemas de amamantamiento en el trópico. Arch. Latin. Prod. Anim., 9(2): 79-85

Rasby R.J., R.P. Wetteman, R.D. Geisert y L.E. Rice. 1984. Effect of body condition and nutrient intake of pregnant beef cows late in pregnancy on uterine function and foetal development. J. Anim. Sci., 55:116-121.

Rivas L. y F. Holmann. 2003. Sistemas de doble propósito y su viabilidad en el contexto de los pequeños y medianos productores en América latina tropical. En: Sistemas pecuarios diversificados para el alivio de la pobreza rural. Plataforma hispanoparlante sobre ganadería y medio ambiente FAO-CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Salgado O.R., A. Cury, R. Ruiz y J. Álvarez. 2002. Evaluación del comportamiento reproductivo postparto, influido por la época del año y la raza en bovinos bajo el sistema doble propósito. MVZ-Córdoba, 7(1): 152-156.

SAS (Statistical Analysis System). 1999. SAS User's Guide: Statistics. Version 8. SAS Inst. Inc. Cary, North Carolina,USA.

Seré C. 1989. Socioeconomía de la producción bovina de doble propósito. *En* Arango L, A. Charry y R. Vera (Eds). Memorias del Seminario sobre Ganadería de Doble Propósito. Bogotá, pp. 13-28.

Torres B.I. 1991. La producción de leche en México. Seminario Internacional sobre Lechería Tropical. FIRA. Villahermosa, Tabasco, México, pp. 39-41.

Zootecnia Trop., 24(2): 121-136. 2006

Evaluación de la sostenibilidad de dos modelos ganaderos de la llanura deprimida salina de Tucumán, Argentina

José A. Nasca*, Manuela Toranzos y Natalia R. Banegas

RESUMEN

Se evaluó la sostenibilidad de dos modelos físicos ganaderos de la llanura deprimida salina de Tucumán (área de probable expansión ganadera) en relación a indicadores ambientales, económicos y sociales. Se trabajó, durante 3 años, con dos modelos físicos pastoriles (*Chloris gayana* cv Finecut) de engorde de novillos con carga animal similar: T0 = pastoreo continuo (situación zonal preponderante) y T1 = pastoreo rotativo racional con suplementación estratégica. Dada la escala predial de la experiencia se seleccionaron prioritariamente indicadores ambientales. Se seleccionaron tres tipos de indicadores: 1) Ambientales: producción ganadera, cobertura de *Chloris*, malezas, mantillo, suelo desnudo, materia orgánica del suelo, estimación de CH_4, riesgo de utilización de energía fósil; 2) Económicos: margen bruto de la actividad y 3) Social: responsabilidad técnica. Se utilizó una metodología que se basa en la determinación del Índice de Sostenibilidad (IS). Se tomaron como valores umbrales locales aquellos con un 20% superior a la exigencia de mejora o información bibliográfica. Los IS se calcularon como la relación entre el valor del indicador y el valor del umbral. El sistema será sostenible si el promedio de los índices de los indicadores es igual o mayor que uno, siendo uno el límite de sostenibilidad. En T0 con un IS de 0,58, ocho de los indicadores seleccionados no alcanzaron el límite, siendo particularmente inferiores la emisión de metano y la cobertura de *Chloris*. En T1, con aplicación de tecnología de insumos y de proceso, todos

* Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán. San Miguel de Tucumán, Tucumán. Argentina. *Correo-E: jnasca73@hotmail.com

Recibido: 24/10/05 Aceptado: 17/03/06

los indicadores superaron el límite de sostenibilidad, siendo el IS = 1,48. Este modelo sería una alternativa viable para el desarrollo ganadero sostenible de la llanura deprimida salina de Tucumán, logrando acondicionar novillos desde el desmadre hasta faena en 10 a 12 meses.

Palabras clave: sostenibilidad predial, indicadores ambientales, sistemas de producción.

Evaluation of the sustainability of two cattle models in the depressed saline plain of Tucumán, Argentina

SUMMARY

The sustainability of two physical cattle models of the depressed plain saline of Tucumán (area of probable cattle expansion) was evaluated in relation to environmental, economic, and social indicators. Work was done, during 3 years, with two physical models based in pasture (*Chloris gayana* cv Finecut) of young fattening steers with similar stocking rate: T0 = traditional continuous-grazing (preponderant zonal situation), and T1 = controlled grazing system with strategic supplementation. Given the farm scale of the experience, priority environmental indicators were selected: 1) Environmental: cattle production, Chloris cover, weeds, litter, bare ground, soil organic matter, CH_4 estimate, risk of use of fossil energy; 2) Economic: gross margin of the activity, and 3) Social: technical responsibility. The methodology was based on the determination of the sustainability index (SI). Local values were taken as thresholds, plus a 20% as demand of improvement or bibliographical information. The SI were calculated as the relation between the indicator value and the threshold value. The system will be sustainable if the average of the SI is equal or greater than one, being one the limit of sustainability. In T0 with a SI of 0.58, seven of the selected indicators did not reach the limit, being methane estimation and Chloris cover particularly lower. In T1, with application of input technology and process, all the indicators surpassed the sustainability limit, being SI of 1.55. This model would be a feasible alternative for a sustainable cattle development of the depressed plain saline of Tucumán, obtaining young steers from weaning to task in 10 to 12 months.

Keywords: farm sustainability, environmental indicators, production systems.

INTRODUCCIÓN

La provincia de Tucumán, ubicada en el noroeste de Argentina, presenta una condición de relativa subtropicalidad. Las precipitaciones, concentradas en verano, oscilan entre 1.200 y 550 mm anuales de oeste a este, con inviernos fríos y secos. Dentro de la variedad de situaciones climáticas y edáficas se encuentra la llanura deprimida salina (LDS), al sudeste, con severas limitantes para la producción agrícola por precipitaciones, suelos de baja estabilidad estructural y por las variaciones estacionales de la napa freática que es de naturaleza salina. El avance de la agricultura en la provincia plantea a la LDS como el área de probable expansión ganadera y corresponde considerar que la sostenibilidad de este frágil ecosistema se pone en riesgo tanto con agricultura continua como con una ganadería irracional (Pérez, 2000; Zuccardi y Fadda, 1985).

En esta zona la producción ganadera ha seguido un modelo tradicional extensivo de baja tecnología y de características extractivas. Resultados experimentales de la región (De León *et al.*, 1995; Pérez *et al.*, 1995, 2000; Roncedo *et al.*, 1997; Holgado y Orellana, 2000) indican que el desarrollo ganadero puede asentarse sobre una base forrajera y que el modelo actual (Pérez, 2000) debiera ser reemplazado por un sistema basado en la incorporación de pasturas perennes y aplicación de tecnologías de procesos que permita sistemas eficientes, rentables y sostenibles. Esta tecnología de procesos está vinculada a una alta dedicación intelectual y son más ideas nuevas y prácticas inteligentes que cuestiones materiales (ej., rotaciones de cultivos, manejo de pasturas, selección de las mejores semillas para cada zona, controles de gestión de tiempos de trabajo, etc.)

Las definiciones de agricultura sostenible enfatizan el mantenimiento de la productividad y de la utilidad agrícola minimizando los impactos ambientales (Faeth, 1994), siendo una de las más conocidas la que establece que el desarrollo sostenible es aquel que permite la satisfacción de las generaciones presentes sin comprometer la posibilidad de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras (WCED, 1987).

Existe un consenso creciente acerca de que el logro de una agricultura sostenible exige un cambio en la forma en que se han abordado, hasta ahora, los sistemas agropecuarios ya que se ha privilegiado el estudio de los componentes por sobre el conocimiento de las interrelaciones entre ellos. A su vez, la falta de una visión sistémica ha generado dificultades para percibir las salidas no deseadas del mismo, que han originado graves problemas ambientales (Sarandón, 2002). Además, estos últimos ocurren a

distintos niveles de resolución geográfica, y sus impactos tienen una importancia acorde a la escala en que se manifiestan (global, continental, regional, nacional, ecosistémica, zonal, predial, potrero).

A nivel potrero, el concepto puede ser expresado en términos de mantenimiento de propiedades edáficas como la materia orgánica, el contenido de minerales o la estabilidad estructural del suelo. A nivel predio adquiere significación el sostenimiento de la actividad biológica y económica del sistema de producción a través del tiempo. En cambio, el concepto de sostenibilidad como paradigma socio-económico crece a medida que se asciende en la escala geográfica.

Gómez *et al.* (1996) señalan que, a nivel predio, un sistema de producción es considerado sostenible si éste conserva los recursos naturales y satisface las necesidades del productor, que lo maneja, no siendo sustituible uno por otro.

La metodología para la evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sostenibilidad (MESMIS) presenta una lista de los que comúnmente aparecerán en los análisis, según el área de evaluación: Indicadores económicos, Indicadores ambientales e Indicadores sociales (Astier y Masera, 1996). Estos indicadores describen un proceso específico pudiendo ser apropiados para una función determinada e inapropiada para otra. Por ejemplo, el tipo de indicador ambiental será diferente según la escala espacial del estudio.

Ortiz Ávila y Astier (2004), en referencia al MESMIS, establecen la necesidad de definir dentro de estas tres grandes categorías, indicadores estratégicos y que el sistema sea evaluado en función de siete atributos o propiedades: productividad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, equidad, autogestión y adaptabilidad.

La propuesta de alternativas viables para el desarrollo ganadero de la LDS de Tucumán está ligada estrechamente a la necesidad de ampliar la base de información disponible sobre el análisis de los sistemas a fin de contar con un espectro más completo de posibilidades para transferir y lograr cambios en las modalidades actuales de uso, tendientes a mejorar la rentabilidad y asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de la región.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar, mediante una metodología sistémica, la sostenibilidad de dos modelos físicos de

producción ganadera de la llanura deprimida salina de Tucumán en relación a indicadores ambientales, económicos y sociales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las actividades se desarrollaron, durante 3 años, en el Campo Experimental Regional Leales de INTA, localizado en el departamento Leales, provincia de Tucumán, a 52 km al sudeste de la ciudad de San Miguel de Tucumán (27°11' S y 65°17' O) y a una altitud de 335 msnm. La precipitación media anual es de 880 mm (1960-1999) concentrados de octubre a marzo. La temperatura media anual es de 19°C, siendo la media del más cálido 25°C y la del mes más frío 13°C. El clima es de tipo subtropical subhúmedo con estación seca, según clasificación Thornthwaite.

La región esta constituida por conos de deyección originados en los arrastres coluviales y aluviales de materiales detríticos provenientes de las zonas serranas (Zuccardi y Fadda, 1972). En correspondencia con el clima los suelos son de poco desarrollo, deficientes en materia orgánica y nitrógeno, de reacción neutra a alcalina, frecuentemente con tendencia a la salinización y susceptibles a la erosión. La baja capacidad de infiltración y el encostramiento son problemas comunes en los suelos cultivados de la región. Predominan los siguientes tipos de suelos: Hapludol fluvéntico acuico, Hapludol cumulico, Hapludol éntico – fases salino sódicas y sódicas. Haplustol cumulico, Haplustol fluvéntico, Haplustol éntico – fases salino y salino sódico (Zuccardi y Fadda, 1972).

Los modelos físicos de producción controlados que se describen en el Cuadro 1, tuvieron como objetivo el engorde de novillos a partir del desmadre (160 kg) hasta faena (390 - 400 kg).

Con el propósito de evaluar la sustentabilidad de los sistemas T0 y T1, se utilizó la metodología propuesta por Gómez y col. (1996). Esta metodología establece que es posible determinar el Índice de Sostenibilidad de los sistemas de producción relacionando el valor de determinados indicadores (ambientales, económicos y sociales), con valores umbrales que, de acuerdo al indicador, pueden ser tomados de trabajos experimentales o de valores locales.

Cuadro 1. Descripción de dos modelos físicos pastoriles de producción de carne bovina

Característica	Testigo (T0)	Tratamiento 1 (T1)
Tipo de pastoreo	Continuo	Rotativo racional
Pastura	*Chloris gayana* cv Finecut	*Chloris gayana* cv Finecut
Carga media anual	1,40 EV/ha†	1,77 EV/ha
Tiempo de ocupación de la pastura (días)	Permanente	Invierno: 39±13 Verano: 11±3
Tiempo de reposo de la pastura (días)	Nulo	Verano: 31±11
Suplementación invernal (junio – octubre)	---	Energético proteica
Suplementación estival (noviembre – mayo)	---	Energética

† Equivalente vaca (EV) representa un requerimiento diario de 18,545 Mcal de energía metabolizable/día (Cocimano *et al.*, 1975). Unidad utilizada en Argentina para comparar los requerimientos de distintas categorías de bovinos productores de carne.

Dada la escala geográfica considerada para el caso particular del presente ensayo (escala predial), se seleccionaron prioritariamente indicadores ambientales, sin que esto signifique desconocimiento de los aspectos sociales y económicos involucrados en cualquier sistema productivo.

Controles realizados sobre los modelos

1. Sobre la producción secundaria:

   1.1. Producción ganadera (PG) en kg de peso vivo/hectárea/año

2. Sobre la producción primaria

   2.1. Cantidad y calidad de la materia seca producida (MS).

   2.2. Evaluación de la cobertura vegetal

   a) Evaluación del mantillo existente (g/m^2) (M)

   b) Evaluación porcentual de la cobertura vegetal (*Chloris gayana* (CC), malezas (CM) y suelo desnudo (SD))

La condición inicial de los sitios se determinó en mayo de 2001, previa al pastoreo. La medición final se efectuó en junio de 2004. Se establecieron dos lugares de muestreo, en función del manejo del pastoreo propuesto. Para cada tratamiento se delimitaron dos macro parcelas de 10.000 m^2 cada una.

El mantillo existente se monitoreó en los meses de septiembre, enero y junio de los ciclos de pastoreo 2002-2003 y 2003-2004, muestreando 20 cuadrantes (0,25 m^2) por hectárea, seleccionados al azar. El material se colectó y secó en estufa (>72 h y 65°C) y posteriormente se tamizó para eliminar el suelo recogido.

La cobertura (%) se registró en iguales momentos que para mantillo, mediante el uso de transectas y el área cubierta se determino con un marco de 1 m^2, reticulado en décimas de metro (Toledo y Schultze-Kraft, 1982). Se relevaron los siguientes datos: superficie con la pastura original, con mantillo, con malezas y con suelo desnudo, expresados en porcentaje.

3. Sobre el manejo y bienestar animal.

En T1: control de tiempos de ocupación y de descanso de los potreros, estimación del consumo de pastura, control de calidad y cantidad de la suplementación.

En T0 y T1: control de agua de bebida, sombra, registros de peso mensual, control de parásitos internos y externos.

4. Estimación de la producción de metano por fermentación entérica (EM).

Se realizó siguiendo el método de nivel 2 (IPCC, 1996)

$$\text{Emisión metano (kg/Carb./año)} = \frac{\text{EB consumida (Mj/día) x TCM x 365 días/año}}{\text{55.65 Mj/kg de metano}}$$

donde:

EB: Energía bruta

TCM: Tasa de conversión de metano (energía consumida que es transformada en metano), extraídas de tablas diseñadas por el IPCC para novillos jóvenes en crecimiento y bajo condiciones de pastoreo.

Las emisiones de metano se expresan en kg de CH_4/kg de peso producido.

5 Riesgo de utilización de la energía fósil (R).

Se expresa en kg de peso vivo producido/Mcal energía fósil utilizada (Gingins y Viglizzo, 1981). Se midió la contribución energética individual de los siguientes insumos: mecánicos, repuestos para la reparación de equipos, combustible para transporte de insumos físicos y labores culturales, semillas, fertilizantes, plaguicidas y alimentos procesados ya que tienen un valor energético agregado por los combustibles fósiles requeridos para su fabricación o elaboración. Un conjunto de ecuaciones conforman la base de cálculo para estimar la contribución energética por ha y por año de los insumos contemplados

6 Control de la evolución del suelo.

Se utilizó como indicador el porcentaje de materia orgánica (MO).

7 Responsabilidad Técnica.

Se trabajó con una escala nominal (Cohën y Manion, 1990). Este tipo de escala identifica las categorías en que se pueden clasificar individuos, sujetos o hechos. Las categorías deben ser mutuamente exclusivas. Por tratarse de una variable discreta sólo podía tomar números o valores que sean puntos específicos de una escala (Cuadro 2)

Selección de indicadores

Los indicadores seleccionados se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 2. Escala y categorías utilizadas para valorar la responsabilidad técnica.

Escala	Condición
0	Sin asesoramiento técnico
1	Asesorado por personas sin formación agroecológica
2	Asesoramiento esporádico por técnicos capacitados
3	Asesoramiento permanente por técnicos formados en agroecología

Cuadro 3. Indicadores ambientales, económicos y sociales seleccionados para la evaluación de dos modelos físicos pastoriles de producción de carne bovina.

Tipo de indicador	Denominación	Unidad de medida
Ambiental	Producción ganadera (PG)	kg PV/ha/año
	Riesgo de utilización de energía fósil (R)	kg PV producido por año/Mcal energía fósil utilizada
	Cobertura *Chloris gayana* (CG)	%
	Cobertura Malezas (CM)	%
	Suelo desnudo (SD)	%
	Mantillo (M)	gr/m^2
	Emisión de metano (EM)	kg de CH_4/ kg PV/ año
	Materia orgánica (MO)	%
Económico	Margen bruto (MG)	$/ha
Social	Responsabilidad técnica (RT)	Sin dimensión (0, 1, 2 ó 3)

Determinación de umbrales

El criterio fue comparar la sostenibilidad de los dos sistemas dada la situación zonal preponderante. Los umbrales se determinaron para cada caso en particular usando criterios diferenciales (Cuadro 4). Ante la existencia de valores locales de referencia se tomaron los promedios de la zona en estudio más el porcentaje adicional del 20% (Gómez *et al.*, 1996) que constituye la exigencia de mejora. En caso de carecer de información local se tomaron valores de referencias bibliográficas de agroecosistemas similares.

Cuadro 4. Determinación de umbrales para indicadores ambientales, económicos y sociales

Indicador	Umbral	Referencia
PG	190 kg PV/ha	Pérez (2000) Valor local
R	2,1 kg PV/Mcal energía fósil	Nasca y col. (2004)Valor local
CG	65%	Astier y Masera (1996)
CM	15%	Astier y Masera (1996)
SD	8%	FAO (2000)
M	250 gr/m^2	Lal (1975)
EM	0,350 kg CH_4/kg PV	Nasca y col. (2005)Valor local
MO	%	Astier y Masera (1996)
MG	180 $/ha	Pérez (2004)†
RT	2	García Posse (2005)‡

† Pérez, P.G. Comunicación personal. ‡ García Posse, F. Comunicación personal

Los indicadores se expresan en las mismas unidades que el umbral y los índices de sostenibilidad respectivos se calculan como la relación entre el valor del indicador y el valor del umbral.

En el caso de CM, SD y EM, los valores fueron transformados (Sarandón S. 2003. Comunicación personal) por medio de escalas nominales (Cuadro 5), dado que los mismos presentan una relación inversa con la sustentabilidad (ésta última es menor a medida que los valores del indicador aumentan).

Cuadro 5. Trasformación de los valores de cobertura de malezas, suelo desnudo y emisión de metano a una escala nominal

Escala	Condición		
	CM	SD	EM
	---------- % ----------		kg CH_4/kg PV/año
1	>40	>25	>0,500
2	39 – 20	24 – 10	0,499 – 0,250
3	19 – 10	9 – 5	<0,249
4	<9	<4	----

Sobre esta base un sistema agropecuario será sostenible si el promedio de los índices de los indicadores seleccionados es igual o mayor que uno, siendo el valor "1" el límite de sostenibilidad. Esta metodología permite comparar sistemas agropecuarios y monitorear cambios a través del tiempo, posibilitando asimismo confrontar diferentes escenarios mediante la alteración de umbrales o la adición de indicadores.

Análisis estadístico

Los registros relativos a la producción primaria y secundaria fueron sometidos a análisis de la variancia y comparación de medias con la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los Cuadros 6 y 7 se muestran los índices obtenidos para los distintos indicadores considerados.

Cuadro 6. Índice de sostenibilidad de cada uno de los indicadores seleccionados

	PG	R	CG	CM	SD	M	EM	MO	MB	RT
T0	1,16	0,75	0,34	0,67	0,67	0,46	0,50	1,33	0,56	0,50
T1	1,53	1,20	1,14	1,33	1,33	1,81	1,50	1,67	1,39	1,50

Cuadro 7. Índice de sostenibilidad de dos modelos físicos ganaderos considerando el valor promedio del índice ambiental, económico y social

	Índice				
	Ambiental	Económico	Social	Sostenibilidad	
T0	0,69	0,56	0,50	0,58	No sostenible
T1	1,75	1,39	1,50	1,48	Sostenible

En forma gráfica se presenta la posición que adoptan los modelos controlados (Figura 1) en relación a los límites de sostenibilidad establecidos para la región.

Estos resultados reflejan la condición de sostenibilidad de las dos situaciones ganaderas productivas bajo estudio. Se puede coincidir con Ruttan (1992) y Viglizzo (1994) en el sentido que tanto en las agriculturas intensivas de altos insumos como en las extensivas de bajos insumos, suelen plantearse situaciones severas de pérdida de sostenibilidad, como en el caso de T0, donde es posible detectar puntos críticos que debieran ser controlados. Los valores referidos a la emisión de metano son consistentes con lo expresado por Pavao-Zuckerman y col. (1999) con respecto a la importancia de los estudios que relacionen el manejo y la productividad de los sistemas pastoriles para poder comparar prácticas tradicionales (por ej. pastoreo continuo) con nuevas herramientas. En definitiva esto permitiría mejorar la eficiencia de la producción ganadera. La cobertura de la pastura tropical base aparece como otro aspecto a considerar teniendo en cuenta que si bien la productividad de éstas declina con el paso del tiempo, la tasa de decrecimiento es función, entre otros factores, del sistema de manejo empleado (Robbins y col., 1987).

Las diferencias que se observan en los modelos indican que el potencial de producción y la sostenibilidad del sistema no depende solamente de la implantación de pasturas y que además de la selección de materiales genéticos apropiados a las condiciones ecológicas (utilización de *Chloris gayana* cv Finecut de mayor tolerancia a condiciones de salinidad, en este caso) resultan necesarias acciones concomitantes como:

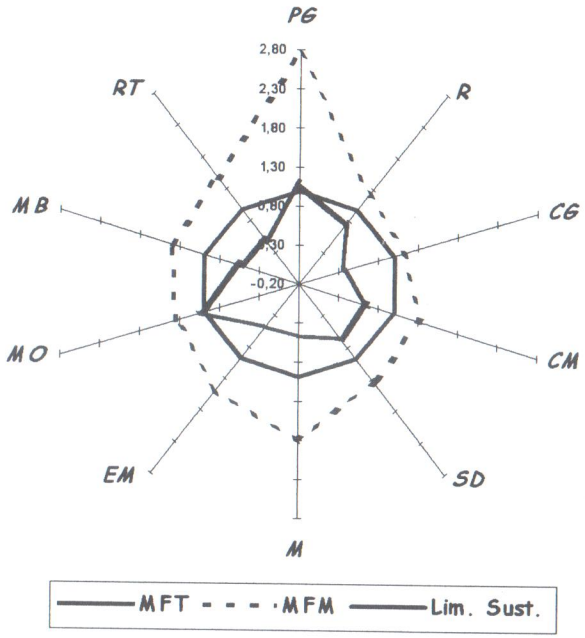

Figura 1. Posición relativa de los modelos controlados en función de los límites de sotenibilidad zonales.

1. Mejorar la infraestructura (potreros, aguadas) para lograr una mayor eficiencia de uso de las pasturas y confort animal.

2. Control del pastoreo para aprovechar la máxima calidad de los pastos y evitar efectos nocivos sobre la pastura, el suelo y el ambiente.

3. Asignación diferencial de recursos en función del tipo de producción y de los requerimientos de cada categoría animal.

En cuanto a las decisiones sobre el nivel tecnológico de insumos, resultan aplicables conceptos expuestos por Viglizzo (1989, 1999) en

referencia a la intensificación de los sistemas. Este autor plantea la creación de un nuevo ambiente, diseñado por el hombre y controlado en gran medida por él. Este ambiente tecnológico dependerá de la capacidad de respuesta del sistema y aquí juegan un papel fundamental los factores primarios de producción (precipitaciones, temperaturas, radiación solar, suelo). Lo expuesto implica que será necesario incorporar a los sistemas ganaderos, tanto tecnología de insumos como de proceso, lo que involucra a la Responsabilidad Técnica, a través de la que se podrá lograr el manejo adecuado de los recursos disponibles. Estas acciones resultan fundamentales para mejorar el índice de sostenibilidad del sistema a través de la mejora de los índices ambientales y económicos.

Si bien es cierto que muchas veces las decisiones se toman en función de la economía de corto plazo, los resultados indicarían que en la escala predial una mala gestión de los recursos naturales puede resentir la productividad del sistema en plazos más prolongados.

CONCLUSIONES

1. La metodología empleada permitió evaluar la sostenibilidad de dos modelos físicos de producción ganadera de la llanura deprimida salina de Tucumán en relación a indicadores ambientales, económicos y sociales.

2. En el modelo actual, que registró un IS No Sostenible, ocho de los indicadores seleccionados no alcanzaron el límite de sostenibilidad.

3. El modelo propuesto, que implica aplicación de tecnología de insumos y de proceso, supera para todos los indicadores el límite de sostenibilidad. Este modelo se presenta como una alternativa viable para el desarrollo ganadero de la LDS de Tucumán.

BIBLIOGRAFÍA

Astier M y O. Masera 1996. Metodología para la evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS). Documento de trabajo Nº 17. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada. México. DF.

Cocimano M., A. Lange y E. Menvielle. 1975. Estudio sobre equivalencias ganaderas. Producción Animal, 4:161-190

Cohën L. y L. Manion. 1990. Métodos de Investigación Educativa. La Muralla.

De León M., R.A. Peuser, G.C. Boetto, G. Luna y M.C. Bulaschevich. 1995. Efecto del genotipo y la frecuencia de defoliación sobre la producción de materia seca en gramíneas megatérmicas cultivadas. Rev. Argentina Prod. Animal. 15(Supl. 1): 226-228.

Faeth P. 1994. Análisis económico de la sustentabilidad agrícola. Agroecología y Desarrollo, 7: 18-35.

FAO. 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Tierras y Aguas. Boletín 8: 13-28

Gingins M y E.F. Viglizzo. 1981. Eficiencia energética de producción de carne bovina en distintos sistemas de engorde. Producción Animal, 8: 401-414.

Gomez A., D. Kelly, J. Syers y K. Coughlan. 1996. Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level. *En* Doran J.W. y A.J. Jones (Eds) Methods for Assessing Soil Quality. Soil Science Society of America. Madison, WI, USA. Special Pub. Nº 49. pp. 401-409.

Holgado F. y C.R. Orellana. 2000. Suplementación energético proteica durante el período estivo otoñal de novillos sobre *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. Rev. Arg. Prod. Animal, 20(Supl. 1): 76-77.

Nasca J., M. Toranzos y H. Ricci. 2004. Eficiencia energética de los sistemas de producción de carne de la Llanura Deprimida Salina de Tucumán. Actas XV Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas. VII Reunión de Extensión. Fac. Ciencias Agrarias, UNNE. Producción Animal, Trabajo Nº 005. Corrientes, Argentina.

Nasca J.A., M. Toranzos, N.R. Banegas y H.R. Ricci. 2005. Estimación de la producción de metano en sistemas pastoriles de la llanura deprimida salina de Tucumán. Rev. Arg. Prod. Animal, 25(Supl. 1): 87-88.

Lal R. 1975. Role of mulching techniques in tropical soil and water management. IITA Technical Bulletin 1. Ibadan, Nigeria.

Ortiz-Ávila T. y M. Astier. 2004. Sistematización de experiencias agroecológicas en Latinoamérica. Leisa Rev Agroecología, Edición especial: Ocho estudios de casos. Disponible en http://www.leisa-al.org.pe/anteriores/especial/04.html

IPCC (Intergobernmental Panel on Climatic Change). 1996. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Reference Manual. Volume 3. Chapter 4: Agriculture: 1-52. U K Meteorological Office, Bracknell, London. United Kingdom.

Pavao-Zuckerman M.A., J.C. Waller, T. Ingle y H.A. Fribourg. 1999. Methane emissions of beef cattle grazing tall fescue pastures at three levels of endophyte infestation. J. Environ. Qual., 28:1963–1969.

Pérez P.G. 2000. Producción sostenible de carne bovina sobre pasturas tropicales en regiones semiáridas. Tesis de Magister en Agroecología y Desarrollo Rural Sostenible. Univ. Nac. Tucumán. Fac. Agronomía y Zoot. San Miguel de Tucumán. Argentina.

Pérez P.G., C.S. Roncedo y H.R. Ricci. 1995. Efecto del año y de la frecuencia de corte sobre la producción y calidad de materia seca de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. Rev. Arg. Prod. Animal, 15(Supl. 1): 203-205.

Pérez P.G., C.S. Roncedo, H.R. Ricci y M.R. Toranzos de Pérez. 2000. Precipitación primaveral y producción de materia seca de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. Rev. Agro. Noroeste Arg., 30(1-4): 51-57.

Robbins G.B., J.J. Bushell y K.L. Buttler. 1987. Decline in plant and animal production from ageing pastures of green panic (*Panicum maximum* var. Trichoglume). J. Agri. Sci., 108: 407 - 417.

Roncedo C.S., P.G. Pérez y H.R. Ricci. 1997. Efecto de la frecuencia de corte sobre la producción y calidad de la forrajera cultivada *Brachiaria brizantha* cv Marandú. Rev. Agro. Noroeste Arg., 29(3-4): 131-144.

Ruttan V. 1992. Challenges and opportunities for the national agricultural research system in the year 2000 and beyond. ISNAR Policy Dialogue, Berlin.

Sarandón S.J. 2002. Agroecología El camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas.

Toledo J.M. y R. Schultze-Kraft. 1982. Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. *En* Toledo J.M. (Ed). Manual para la Evaluación Agronómica. CIAT. Cali, Colombia. pp. 91-110.

Viglizzo E.F. 1989. La interacción sistema-ambiente en condiciones extensivas de producción. Rev. Arg. Prod. Animal, 9(4): 279-294.

Viglizzo E.F. 1994. The response of low-input agricultural systems to environmental variability - A theoretical approach. Agric. Syst., 44(1) 1-17.

Viglizzo E.F. 1999. Sustentabilidad ecológica y económica de la ganadería. Rev. Arg. Prod. Animal, 19(1): 1-13.

Viglizzo E.F. y M. Gingins. 1982. Eficiencia energética de distintos sistemas de producción. Prod. Animal, 9: 335-343.

WCED (World Commission on Environment and Development). 1987. Our Common Future. Oxford University Press. London.

Zuccardi R. y G. Fadda. 1985. Bosquejo agroecológico de la provincia de Tucumán. Fac. Agron. Zoot., Univ. Nac. Tucumán. Miscelánea, 86:1-63.

Zuccardi R.B. y G.S. Fadda. 1972. Mapa de reconocimiento de suelos de la Provincia de Tucumán. Publicación Especial Nº 3. Fac. Agron. Zoot. Univ. Nac. Tucumán. Argentina.

Zootecnia Trop., 24(2): 137-152. 2006

Efeito de soluções nutritivas na produção e qualidade nutricional da forragem hidropônica de trigo (*Triticum aestivum* L.)

Liziany Müller[1*], Paulo Augusto Manfron[2], Osmar S. Santos[2], Sandro Luís Petter Medeiros[2], Durval Dourado Neto[3], Tânia B. G. A. Morselli[4], Gean Lopes da Luz[1] e Andrieli Hedlund Bandeira[5]

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a produção e a qualidade nutricional da forragem hidropônica de trigo (*Triticum aestivum* L.) cultivado em ambiente protegido com soluções nutritivas inorgânicas e orgânicas parcialmente corrigidas, identificando a idade ideal de colheita, realizou-se um estudo no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria. Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, distribuídos em esquema fatorial 2x4 com duas soluções nutritivas: SIN: solução inorgânica segundo recomendação de Neves (2001) e SONC: solução orgânica parcialmente corrigida atendendo recomendação de Neves (2001) e quatro idades de colheita (4, 8, 12 e 16 dias). Foi observada significância (P<0,05) à interação soluções nutritivas x idades de colheita para as variáveis: estatura, fitomassa seca (FS), proteína bruta (PB), proteína solúvel (OS) e fibra em detergente neutro (FDN). Verificou-se para a SIN e SONC diminuição da FS, com o avanço da idade de colheita. A solução SONC proporcionou valores ligeiramente maiores de FS, PB e PS e menores de FDN em relação à SIN, em todas as idades de colheita. Não houve diferença significativa entre as soluções (P>0,05) para os teores de fibra em detergente ácido, lignina,

[1] Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria. CEP 97105-900, Santa Maria, RS. Brasil. *E-mail: lizianym@yahoo.com.br

[2] Dept. Fitotecnia, UFSM. Santa Maria, RS. Brasil.

[3] Dept. Fitotecnia, ESALQ-USP. Piracicaba, SP. Brasil.

[4] Departamento de Solos, UFPEL. Pelotas, RS, Brasil.

[5] Dept. Agronomia, UFSM. Santa Maria, RS. Brasil.

Recibido: 29/07/06 Aceptado: 17/04/06

celulose e digestibilidade "*in vitro*" da fitomassa seca. O aumento da idade de colheita promoveu maiores teores de FDA, lignina e celulose e menor digestibilidade "*in vitro*" da fitomassa seca (DIVFS). A idade de colheita ideal situa-se entre os 8-12 dias, pois neste período têm-se valores intermediários favorecendo o teor protéico sem comprometer a redução de FS e DIVFS devido ao maior teor fibras.

Palavras chave: ambiente protegido, hidroponia, vermicomposto.

Effect of nutrient solutions on production and quality of hydroponic forage wheat (*Triticum aestivum* L.)

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the effect of different nutrient solutions and harvest date on production and nutritive quality of hydroponic forage wheat (*Triticum aestivum* L.). The experiment was conducted inside a protected environment at Fitotecnia Department of the Universidade Federal at Santa Maria, Brazil. The experimental design was a randomized complete block. Treatments consisted of two nutrient solutions (SIN: inorganic solution by Neves (2001), and SONC: organic solution of the vermicompost) and four harvesting dates (4, 8, 12, and 16 days after emergence), distributed in a 2x4 factorial scheme. It was observed interaction ($P<0.05$) between nutrient solution and harvest date for the variables plant height, dry weight (DW), crude protein (CP), soluble protein (SP), and neutral detergent fiber (NDF). SONC and SIN showed a decrease in DW values when delayed harvest dates. SONC presented an increase in the values of DW, CP, and SP, but a decrease in NDF in comparison with SIN in all harvest dates. It was observed an increase in acid detergent fiber (ADF), lignin (LIG), and cellulose (CEL) and a decrease in digestibility "*in vitro*" when delaying the harvesting dates. It was not observed statistical difference ($P>0.05$) in ADF, LIG, CEL, and digestibility "*in vitro*" among the solutions. The best quality characteristics (CP and digestibility "*in vitro*") of hydroponic forage wheat were obtained when harvest was 8 to 12 days after sowing.

Keywords: protected environment, hydroponic system, vermicompost.

INTRODUÇÃO

A pecuária tem sido desafiada a estabelecer técnicas de produção que sejam capazes de produzir, de forma eficiente, carne e leite de boa qualidade a baixo preço, em sistemas competitivos e sustentáveis. De acordo com Flores *et al.* (2004) a forragem hidropônica é um grande avanço tecnológico na alimentação animal, pois pode ser produzida durante todo o ano e ofertada a todos os animais em qualquer fase de desenvolvimento (gestação, lactação, desmame e terminação).

A hidroponia é uma técnica onde os nutrientes são fornecidos através de uma solução nutritiva, este cultivo é bastante difundido em todo o mundo e também vem sendo utilizada para produção de forragem para nutrição de animais (Henriques, 2000; Santos *et al.*, 2004). Esta técnica vem tendo aplicação crescente e boa aceitação por parte dos pecuaristas, principalmente nas regiões centro-oeste e nordeste do Brasil. Ela se destaca por ser constituída de plantas de crescimento acelerado, com ciclo curto de produção e excelente qualidade nutricional, por se encontrar em fase inicial de formação, contendo grande quantidade de aminoácidos livres que são facilmente aproveitados pelos animais (FAO, 2001; Santos *et al.*, 2004).

Na hidroponia as soluções nutritivas provenientes de fertilizantes químicos industriais, de custo elevado, determinam a exclusão da utilização da técnica por parte dos produtores, principalmente dos que utilizam sistemas que visam o desenvolvimento agrícola sustentável (Nicola, 2002). A hidroponia orgânica é muito recente no Brasil, no entanto, já é muito utilizada no mundo inteiro, com excelentes resultados, muitas vezes melhores do que os obtidos pela hidroponia inorgânica, logicamente, dentro de suas limitações (Martins, 2004).

Uma das características importantes da hidroponia orgânica é a possibilidade de montar sistemas ecológicos fechados, onde tudo o que se utiliza é reciclado, não agredindo o meio ambiente. Na hidroponia orgânica, a solução nutritiva é obtida a partir de matérias orgânicas biodecompostas através do sistema convencional de compostagem ou através da biodigestão das mesmas (Martins, 2004). Nesse sentido, o vermicomposto é considerado o adubo orgânico com maior potencial de utilização, uma vez que é facilmente produzido na propriedade a custos baixos. Nicola (2002) ao trabalhar com vermicomposto concluiu que este pode ser utilizado como fonte nutricional para o cultivo de plantas de alface no sistema hidropônico, porém utilizado isoladamente não fornece as concentrações adequadas para o

crescimento da cultura, devido à baixa concentração de nitrogênio, sendo necessárias complementações de nutrientes inorgânicos.

No entanto, além da escolha da solução nutritiva, a determinação do momento mais adequado para a colheita também é um fator que deve ser levado em conta para a utilização da forragem em hidropônica. O estágio de maturidade da planta forrageira à colheita influencia o seu valor nutritivo mais do que qualquer outro fator, à medida que a planta cresce e se desenvolve, as porções fibrosas aumentam, enquanto o teor protéico e a digestibilidade da fitomassa seca reduzem (Van Soest, 1994). De acordo com Henriques (2000), na produção de forragem hidropônica, colheitas precoces podem resultar em baixo rendimento por área, entretanto colheitas tardias podem acarretar grande competição entre plantas e perda de qualidade nutricional, e que sob condições favoráveis esta deverá ser feita entre 16 e 20 dias. Entretanto conforme a FAO (2001) o período de crescimento da forragem hidropônica deve compreender entre 8 a 12 dias, pois a partir desse período se inicia intenso processo de perda de qualidade nutricional.

Nesse sentido, o trabalho tem por objetivo avaliar a produção e a qualidade nutricional da forragem hidropônica de trigo, cultivada com soluções nutritivas, inorgânica e orgânica parcialmente corrigida, identificando a idade ideal de colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Núcleo de Pesquisa em Ecofisiologia e Hidroponia no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil, no ano de 2005, com coordenadas geográficas: 29°43'S, 53°43'W e altitude 95 m. O clima do local segundo a classificação de Köeppen pertencente ao tipo "Cfa", clima subtropical úmido com verões quentes (Moreno, 1961).

A forragem de trigo foi cultivada em túnel alto tipo "Hermano" com 6 m de largura e 27 m de comprimento (162 m²), disposto no sentido norte-sul, coberto com polietileno de baixa densidade (PEBD) com espessura de 150 µ, aditivado contra raios ultravioleta. No interior do túnel foram confeccionados canteiros com 1 m² com filme plástico (lona preta de 100 µm de espessura), estendida sobre o solo nivelado, sendo as bordas limitadas por guias de madeira com 6,0 cm de altura, estaqueadas no solo.

A semeadura foi realizada manualmente, a lanço, sobre filme plástico, com sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.), na densidade de 2,0 kg m^{-2}. As sementes utilizadas foram provenientes de lavouras da região, não selecionadas e sem tratamento químico. Antes da semeadura, as sementes foram pesadas e colocadas em baldes plásticos, onde foi realizada a técnica de pré-germinação, que consiste na embebição das sementes em água por 12 horas associadas a 24 horas de incubação.

Adotou-se o sistema hidropônico aberto, sem reaproveitamento de solução nutritiva. As soluções nutritivas foram estocadas em dois tanques de fibra de vidro com capacidade de 500 litros cada um, sendo a solução reposta conforme a necessidade da cultura. Sua aplicação foi efetuada com auxílio de regadores quatro vezes ao dia em intervalos regulares, sendo distribuídos em média 4 L m^{-2} ao dia. Nos três primeiros dias de irrigação foi realizado apenas com água e, a partir deste, com solução nutritiva.

Como fonte para a formulação da solução nutritiva orgânica foi utilizado o húmus da minhoca (*Eisenia foetida)*, produzido a partir de esterco bovino, adquirido de produtor da região. Em reservatório de fibra de vidro com capacidade de 1.000 L foi adicionado húmus e água na proporção 1:1 em volume. Essa mistura permaneceu em repouso durante 72 horas, após esse período, foi filtrada em tecido de voal, obtendo-se em média 80% de líquido (Nicola, 2002).

O vermicomposto líquido foi analisado no Laboratório de Análise de Solos do Departamento de Solos da UFPEL-RS, Brasil, para a determinação dos elementos nutricionais. Podem-se verificar concentrações altas de potássio, cálcio, magnésio e enxofre, portanto foi realizada a diluição do vermicomposto líquido de maneira que atendesse as recomendações propostas por Neves (2001). Na diluição obteve-se concentrações muito baixas de nitrogênio (N) e fósforo (P) (Quadro 1), necessitando complementação com nutrientes inorgânicos.

Quadro 1. Composição química das soluções nutritivas originais: Neves (2001) e vermicomposto diluído em água na proporção 1:9 em volume

Nutriente	Neves (2001)	Vermicomposto
	mg L^{-1}	
Nitrogênio	105,9	7,1
Fósforo	18,9	2,4
Potássio	129,6	168,2
Cálcio	69,7	64,5
Magnésio	15,0	43,1
Enxofre	19,5	13,7

Adotou-se delineamento experimental blocos ao acaso com quatro repetições para as variáveis de produção e três repetições com duas amostragens para as variáveis de composição bromatológica, distribuídas em esquema fatorial 2x4, duas soluções nutritivas: SIN: solução inorgânica segundo recomendação de Neves (2001) e SONC: solução nutritiva orgânica parcialmente corrigida atendendo recomendação de Neves (2001), (Quadro 2) e quatro idades de colheita (4, 8, 12 e 16 dias).

Quadro 2. Nutrientes utilizados nas soluções nutritivas. SIN: solução inorgânica segundo recomendação de Neves (2001) e SONC: solução nutritiva orgânica parcialmente corrigida para recomendação de Neves (2001)

Nutrientes	SIN	SONC
Nitrato de cálcio, g L^{-1}	0,41	---
Nitrato de potássio, g L^{-1}	0,36	---
Sulfato de magnésio, g L^{-1}	0,15	---
MAP, g L^{-1}	0,09	0,78
Nitrato de amônio, g L^{-1}	----	2,73
Micronutrientes, ml L^{-1}	0,10	0,10
Ferro, ml L^{-1}	1,00	1,00
Húmus, L	---	0,10
Água,.L	1,00	0,90

Os micronutrientes foram adicionados nas duas soluções seguindo a recomendação de Neves (2001) e o ferro foi quelatizado com EDTA e utilizado na dose de 1 ml L^{-1}.

A estatura (EST) das plantas foi mensurada com auxílio de uma régua milimétrica. As análises de fitomassa seca (FS), proteína bruta (PB), proteína solúvel (PS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido, lignina, celulose e digestibilidade *"in vitro"* da fitomassa seca, foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFSM, segundo as metodologias descritas por Silva (1991), a partir de amostras compostas do conjunto: plântulas, sementes germinadas e não germinadas, colhidas em cada parcela no tamanho de 0,4 m x 0,4 m.

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância, as médias de soluções nutritivas foram comparadas entre si pelo teste F. As idades de colheita foram avaliadas através da análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada significância (P<0,05) à interação soluções nutritivas x idades de colheita para as variáveis: EST, FS, PB, PS e FDN. Conforme a Figura 1, as equações de regressão que melhor ajustaram-se foram as quadráticas para EST, PB, PS e FDN, e a linear para FS.

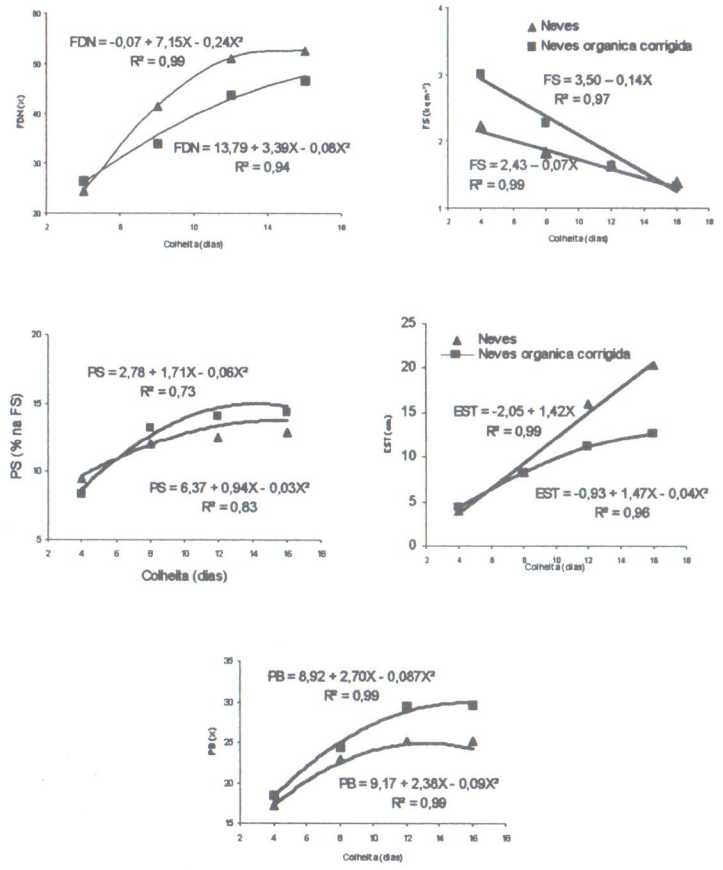

Figura 1. Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação para estatura (ES), fitomassa seca (FS), proteína bruta (PB), proteína solúvel (PS) e fibra em detergente neutro (FDN) para forragem hidropônica de trigo com duas soluções nutritivas; inorgânica e orgânica parcialmente corrigida, em diferentes idades de colheita.

Verificou-se que a estatura da forragem hidropônica de trigo ajustou-se a equação de regressão quadrática em relação ao aumento da idade de colheita, sendo que as plantas cultivadas na solução SIN obtiveram maior estatura em relação às produzidas na SONC. Os resultados de estatura observados no tratamento SIN, aos 16 dias, 21 cm, foram superiores aos observados por Haut (2003), de 17 e 15 cm para a forragem hidropônica de cevada e o centeio, respectivamente, aos 14 dias de colheita. Já a estatura obtida na SONC, de13 cm, foi bem menor.

Em relação à fitomassa seca, foi verificado decréscimo linear no valor de FS com o aumento da idade de colheita. A resposta de diminuição da FS pode ser atribuída, em parte, a presença de sementes não germinadas nas amostras, as quais apresentam elevado teor de FS. Sendo assim, conforme aumentou o tempo de colheita ocorreu à decomposição daquelas sementes, o que provavelmente ocasionou decréscimo na FS das amostras. Além disso, a elevada densidade populacional (em torno de 42.700 plantas m^{-2}) pode ter proporcionado competição entre as plântulas por nutrientes e luz, ocasionando estiolamento e posterior acamamento, além da senescência de folhas inferiores e de plântulas de menor estatura que permaneceram sombreadas.

O resultado de FS corrobora com FAO (2001), a qual cita que idades de colheita maiores que 10 dias seriam inconvenientes em sistema de produção de forragem hidropônica, devido à diminuição de fitomassa seca, pois se verificou no cultivo de forragem hidropônica de aveia aos 7, 11 e 15 dias, valores decrescentes 3,26 2,95 e 2,27 kg m^{-2} FS, respectivamente. Estes valores são superiores aos observados neste estudo aos 4, 8, 12 e 16 dias, sendo que a SONC apresentou valores maiores, em média 21%, em relação a SIN (Figura 1).

Vale ressaltar que a forragem hidropônica de trigo apresenta produção de FS superior a pastagem de aveia 0,2 - 0,6 kg m^{-2} FS e a milho para silagem 1,02 - 1,09 kg m^{-2} FS (Kichel e Miranda, 2000; Restle *et al.*, 2002).

O teor de proteína bruta da forragem hidropônica de trigo, cultivada com solução nutritiva SIN e SONC, ajustou-se a equação de regressão quadrática em função da idade de colheita. Os pontos de máxima situaram-se próximo aos 13 dias para a SIN, com 24,90% PB e aos 15 dias para SONC, com 29,84% PB.

A forragem hidropônica de trigo produzida com a solução SONC obteve maiores teores protéicos; esse resultado se deve ao efeito benéfico que as substâncias presentes no vermicomposto exercem nas plantas, tais como ácidos húmicos e ações fitoestimulantes semelhantes a fitormônios (Compagnoni e Putzolu, 1985). Observa-se também, de modo geral, que a forragem hidropônica de trigo obteve alto teor protéico, fato decorrente de a forragem ser composta por as plantas jovens, no quais o crescimento esta relacionado, principalmente, ao aumento da superfície das folhas, que são órgãos ricos em nitrogênio. O valor da PB da forragem hidropônica de trigo foi superior ao teor encontrado no seu grão (13,44%) e em pastagem trigo no estágio de início da elongação cultivada no solo (17,2%) (Südekum *et al.*, 1991).

Esse resultado é importante, pois quando a forragem possui teor de PB inferior a 7% ocorre redução na digestão das mesmas devido a inadequados níveis de nitrogênio para os microorganismos do rúmen, diminuindo sua população, e conseqüentemente ocorre redução da digestibilidade e da ingestão da FS, portanto, um teor mais alto de PB é necessário para o atendimento das exigências protéicas do organismo animal (Van Soest, 1994). Assim, os teores PB dos alimentos comumente utilizados, como pastagem nativa (7,3% de PB), silagem de milho (8,0% de PB) e silagem de sorgo (5,5% de PB) não atenderão as necessidades da dieta de animais comumente utilizados com alta exigência, como por exemplo, animais no terço final de gestação e lactantes (Faturi, 2002; Soares, 2002). Portanto, a suplementação protéica com forragem hidropônica de trigo pode ser considerada uma opção para complementar a alimentação de animais e aumentar a produtividade do rebanho.

O teor de proteína solúvel da forragem hidropônica de trigo cultivada com SIN e SONC ajustou-se a equação de regressão quadrática em relação à idade de colheita, com ponto de máxima nas colheitas aos 15 e 14 dias para a SIN e SONC, com 13,72% e 14,96% de PS na FS, respectivamente. A solubilidade da proteína é um dos fatores que mais influi na degradação protéica à nível de rúmen, pois a proteína solúvel tende a ser mais rapidamente ou completamente degradada (Tamminga, 1979). Os valores de PS no cultivo de forragem hidropônica de trigo com SONC foram em média 28% superiores ao com SIN. De acordo com Hutjen (1999) as vacas leiteiras em fases de diferentes lactações necessitam PS de 4,8-5,7%, o que mostra a potencialidade do uso da forragem hidropônica de trigo como opção de suplemento alimentar para vacas leiteiras.

Quanto à fibra em detergente neutro (FDN), as soluções ajustaram-se a equação de regressão quadrática em relação ao aumento da idade de colheita. FAO (2001) cita em forragem hidropônica de aveia aos 7, 11 e 15 dias, teores de 56, 63, e 58% de FDN, respectivamente, valores superiores ao observado neste estudo.

Como o teor da FDN é inversamente correlacionado com a ingestão de fitomassa seca, níveis de FDN acima de 55-65%, não seriam indicados, pois limitariam o espaço no trato gastrintestinal reduzindo, portanto, o consumo de forragem (Conrad *et al.*, 1966; Van Soest, 1965). Os teores observados neste estudo no cultivo de forragem de trigo (Figura 1) são inferiores ao limite considerado. Espinoza *et al.* (2004) observaram teores similares de FDN aos deste estudo (41,5%), em forragem hidropônica de milho, aos 9 dias.

De acordo com o NRC (1989), as dietas de vacas em lactação devem conter, no mínimo, 25 a 28% de FDN, com 75% deste total sendo suprido por forragens. Considerando, que os concentrados mais utilizados na alimentação animal, milho, trigo e soja possuem 11,40 11,49 e 14,20% de FDN, não atenderiam as necessidades desta categoria. A utilização da forragem hidropônica de trigo seria adequada para a complementação de a dieta alimentar e permitiria reduzir a alta quantidade de grãos em dietas dos animais.

Não foi observada significância (P>0,05) à interação soluções nutritivas x idades de colheita para as variáveis: fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), celulose (CEL) e digestibilidade "*in vitro*" da fitomassa seca (DIVFS).

De acordo com a Quadro 3, os cultivos de forragem hidropônica com solução nutritiva SIN e SONC não apresentaram diferença significativa entre si (P>0,05) para os teores de FDA, LIG, CEL e DIVFS. Os teores médios de FDA (23,9%), LIG (4,3%) e CEL (19,6%) são inferiores aos observados em pastagem nativa 46,9 7,3 e 39,7%, respectivamente, e em silagem de sorgo 37,7 9,1 e 26,7%, respectivamente (Vargas Júnior, 2000; Soares, 2002). Em relação a DIVFS, a forragem de trigo apresenta teores superiores a pastagem nativa (41,7%) e a silagem de sorgo (43,3%) (Tonetto *et al.*, 2004).

O teor de fibra em detergente ácido apresentou acréscimo linear em relação ao aumento da idade de colheita (Figura 2). Este fato também decorre em conseqüência da maturidade das plantas, pois a FDA é constituída

principalmente de lignina e celulose, que aumentam suas concentrações com o avanço do ciclo, sendo negativamente correlacionada à digestibilidade e, conseqüentemente ao valor energético das forragens (Van Soest, 1994). De acordo com Mertens (1994), a FDA indica a quantidade de fibra não digestível, e seu teor deve estar em torno de 30% ou menos, pois estes níveis favorecem o aumento no consumo de fitomassa seca pelo animal. Portanto, os valores observados neste trabalho apresentam-se adequados ao consumo animal. Espinoza *et al.* (2004) verificaram em forragem hidropônica de milho, teor de 20,9% FDA, aos 9 dias, valor semelhante ao deste estudo.

Quadro 3. Fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), celulose (CEL) e digestibilidade "*in vitro*" da fitomassa seca (DIVFS) para soluções nutritivas inorgânica e orgânica parcialmente corrigida no cultivo de forragem hidropônica de trigo

Soluções	FDA	LIG	CEL	DIFMS
	%			
SIN	23,69	4,18	19,51	66,44
SION	24,13	4,43	19,70	67,11
F	0,52	0,99	0,15	0,48
Pr>F	0,4808	0,3355	0,7051	0,4998
CV (%)	2,29	3,31	2,53	4,96

O teor de lignina apresentou um acréscimo linear no seu teor com o aumento da idade de colheita (Figura 2). FAO (2001) relata comportamento similar na forragem hidropônica de aveia, sendo que esta possui aos 7 e aos 11 dias, 7,0% e 8,1% LIG, respectivamente. De acordo com Van Soest (1994), a lignina é considerada indigerível e inibidora da digestibilidade das plantas forrageiras e seu teor aumenta com a maturidade fisiológica das plantas, desempenho observado neste estudo.

Os teores de celulose, também aumentaram linearmente com o avanço da idade de colheita (Figura 2). Os constituintes da parede celular (celulose, hemicelulose e lignina) limitam o consumo FS, quando em níveis altos, sendo o efeito aumentado pelo grau de lignificação, que pode reduzir as taxas de digestão e/ou de passagem do conteúdo ruminal (Van Soest, 1965).

A digestibilidade é um dos aspectos fundamentais que define a qualidade da forragem, e verificou-se que no cultivo da forragem hidropônica de trigo, os teores decrescem linearmente com o aumento da idade de colheita (Figura 2), sendo que esta apresentou aos 4, 8, 12 e 16 dias, teores de

digestibilidade "*in vitro*" da fitomassa seca (DIVFS) de 83,41 71,03, 57,80 e 54,83%, respectivamente. Pode se observar que o cultivo de forragem hidropônica de trigo aos 4 e 8 dias obteve DIVMS superior a de forrageiras tropicais, que se situa entre 55 e 60% (Moore e Mott, 1973).

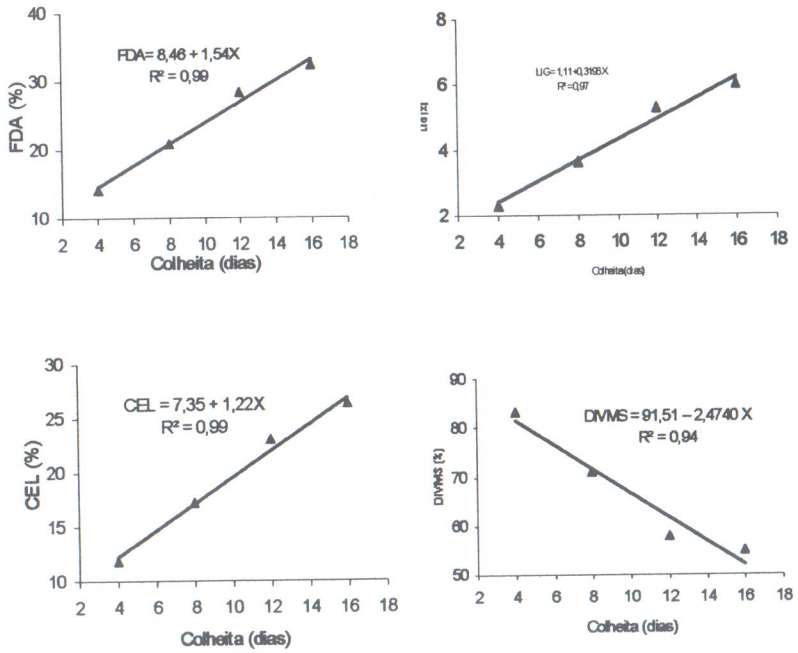

Figura 2. Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação para fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), celulose (CEL) e digestibilidade "*in vitro*" da fitomassa seca (DIVFS) para forragem hidropônica de trigo em diferentes idades de colheita.

O desempenho decrescente DIVFS pode ser atribuído ao fato da digestibilidade da forragem estar negativamente correlacionada com os seus teores FDN e FDA, e conseqüentemente ao valor energético. Com a maturidade da planta, a concentração dos componentes digestíveis, como os carboidratos solúveis, proteínas, minerais e outros conteúdos celulares tende

a decrescer, e a proporção de lignina, celulose, hemicelulose e outras frações indigestíveis aumentam (Minson, 1990). De acordo com Santos (2000) e FAO (2001) a forragem hidropônica de cevada apresenta DIMVS de 74,9 e 81,6%, respectivamente, valores próximos aos obtidos aos 4 e 8 dias de colheita.

CONCLUSÕES

O cultivo de forragem hidropônica de trigo com soluções nutritivas, inorgânica e orgânica parcialmente corrigida, proporcionou redução no conteúdo de fitomassa seca com o avanço da idade de colheita. Contudo, a solução nutritiva orgânica parcialmente corrigida obteve valores ligeiramente melhores em relação à solução inorgânica, em todas as idades de colheita.

O uso de diferentes soluções nutritivas não influenciou os teores de fibra em detergente ácido, lignina, celulose e digestibilidade "*in vitro*" da fitomassa seca da forragem hidropônica de trigo.

O aumento da idade de colheita proporcionou maiores teores de fibra em detergente ácido, lignina e celulose, e menor digestibilidade "*in vitro*" da fitomassa seca.

A colheita da forragem hidropônica de trigo deve ser realizada entre 8 a 12 dias, pois neste período tem-se bom teor protéico sem redução acentuada da fitomassa seca e da sua digestibilidade.

BIBLIOGRAFÍA

Compagnoni L. y G. Putzolu. 1985. Cría Moderna de las Lombrices y Utilización Rentable del Humus. Editorial De Vecchi S.A. Barcelona. 127 pp.

Conrad H.R., A.D. Pratt y J.W. Hibbs. 1966. Regulation of feed intake in dairy cows. J. Dairy Sci., 47: 54-62.

Espinoza F., P. Argenti, G. Urdaneta, C. Araque, A. Fuentes, J. Palma y C. Bello. 2004. Uso del forraje de maíz (*Zea mays*) hidropónico en la alimentación de toretes mestizos. Zooctenia Trop., 22(4): 303-315.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2001. Manual técnico forraje verde hidropónico. Santiago, Chile. 73 pp.

Faturi C. 2002. Grão de aveia preta em substituição ao grão de sorgo para alimentação de novilhos na fase de terminação. Dissertação Mestrado em Zootecnia. Univ. Fed. Santa Maria, Brasil. 111 pp.

Flores Z., G. Urdaneta y J. Montes. 2004. Densidad de siembra de maíz (*Zea mays*) para producción de forraje verde hidropónico. Memorias XII Congreso Ven. Producción e Industria Animal. (Resumo), p.136.

Henriques E.R. 2000. Manual de produção-forragem hidropônica de milho. Faculdade de Agronomia e Zootecnia de Uberaba, Uberaba. 15 pp.

Haut V. 2003. Produção de forragem hidropônica de gramíneas. Tese Doutorado em Zootecnia. Univ. Fed. Santa Maria, Brasil. 94 pp.

Hutjens M.F. 1999. Ration physical form and rumen health. Four-State Dairy Management Seminar Proc. University of Illinois, Urbana. 3 pp.

Kichel A.N. y C.H.B. Miranda. 2000. Uso da aveia como planta forrageira. Embrapa Gado de Corte Divulga, Nº 45. Disponível em http://www.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD45.html

Martins R.V. 2004. Hidroponia orgânica. Disponível em http://www.hydor.eng.br/Pagina16.htm

Mertens D.R. 1994. Regulation of forage intake. *In* Fahey Jr. G.C. (Ed.) Forage Quality, Evaluation and Utilization. Am. Soc. Agronomy. Madison, pp. 450-493.

Minson D.J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, San Diego.

Moore J.E. y G.O. Mott. 1973. Structural inhibitors of quality in tropical grasses. *In* Matches A.G. (Ed) Anti Quality Components of Forages. Crop Sci. Soc. Am., Madison. Special Pub. 4. pp. 53-98.

Moreno J.A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Secção de Geografia. 43 pp.

NRC (National Research Council). 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy of Sciences. Washington, D.C. 157pp.

Neves A.L.R.A. 2001. Cultivo de milho hidropônico para alimentação animal. Centro de Pesquisas Tecnológicas, Viçosa. 46 pp.

Nicola M.C. 2002. Cultivo hidropônico da alface utilizando soluções nutritivas orgânicas. Dissertação Mestrado em Agronomia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Pelotas, RS. Brasil. 62 pp.

Restle J., M. Neumann, I.L. Brondani, L.L. Pascoal, J.H.S. Silva, L.G. Pellegrini y A.N.M. Souza. 2002. Manipulação da altura de corte da planta de milho (*Zea mays, L.*) para ensilagem visando a produção do novilho superprecoce. Ver. Bra. Zootecnia, 31(3): 1235-1244.

Santos O.S. 2000. Cultivos sem solo: hidroponia. Centro de Ciências Rurais. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, Brasil. 107 pp.

Santos O.S., L. Müller, C.C. Pires, C.J. Tonetto, S.L.P. Medeiros, R.B.M. Frescura y V. Haut. 2004. Produção de forragem hidropônica de cevada e milho e seu uso na alimentação de cordeiros. UFSM/CCR. Informe Técnico. Santa Maria. 8 pp.

Silva D.J. 1991. Análise de Alimentos. Métodos Químicos e Biológicos. Univ. Fed. Viçosa. Viçosa, MG. 166 pp.

Soares A.B. 2002. Efeito da oferta de matéria seca de uma pastagem natural sobre a produção animal e a dinâmica da vegetação. Tese Doutorado em Zootecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 180 pp.

Südekum K.H., F. Taube y K. Friedel. 1991. Changes in the contents of crude protein and cell-wall carbohydrates and in the nutritive value of lamina, culms + leaf sheaths and ears of winter wheat harvested for whole crop silage as related to phenological development of the crop. Zeitschrift das Witschaftseigene Futter, 37(3): 318-333.

Tamminga S. 1979. Protein degradation in the forestomachs of ruminants. J. Animal Sci., 49(6): 1615-1632.

Tonetto C J., C.C. Pires, L. Müller, M.G. Rocha, J.H.S. Silva, A.R. Cardoso y D. Peres Neto. 2004. Ganho de peso e características da carcaça de cordeiros terminados em pastagem natural suplementada, pastagem cultivada de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e confinamento. Rev. Bra. Zootecnia, 33(1): 225-233.

Van Soest P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University Press. New York. 476 pp.

Van Soest P.J. 1965. Voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. J. Animal Sci., 24(3): 834-844.

Vargas Júnior F. M. 2000. Consumo, digestibilidade, desempenho e parâmetros ruminam em terneiros alimentados contendo grão de milho inteiro, moído ou tratado com uréia. Dissertação. Mestrado em Zootecnia. Universidade Federal de Santa Maria, Brasil. 102 pp.

Zootecnia Trop., 24(2): 153-163, 2006

Níveis de energia digestível na dieta de piauçu (*Leporinus macrocephalus*) no desenvolvimento testicular em estágio pós-larval

Rodrigo Diana Navarro[1*], Sérgio Luis Pinto da Matta[2], Eduardo Arruda Teixeira Lanna[1], Juarez Lopes Donzele[1], Sirlene Souza Rodrigues[2], Rodrigo Fortes da Silva[2], Leonardo Luiz Calado[2] e Oswaldo Pinto Ribeiro Filho[3]

RESUMO

Objetivando-se determinar o efeito do nível de energia digestível da dieta no desenvolvimento testicular de piauçu (*Leporinus macrocephalus*) foram utilizados 600 peixes com peso e comprimento médio inicial de 0,33 ± 0,11 g e 2,94 ± 0,39 cm, respectivamente. Foram realizados quatro tratamentos (2.600, 2.700, 2.800 e 2.900 kcal de ED/kg de ração). Verificou-se que o nível de energia não influenciou o peso corporal médio final e comprimento total. Foi verificado efeito quadrático (P<0,02) no peso da gônada aos 60 dias. Foi verificado efeito quadrático (P<0,02) no índice gonadossomático aos 60 dias. Os peixes do tratamentos com 2.800 e 2.900 kcal de ED/kg apresentaram nítida formação de cistos de espermatogônias primárias e secundárias. Os animais dos grupos com 2.600 e 2.700 kcal de ED/kg apresentaram formação de cistos de espermatogônias primária, apenas.

Palavras-chave: desenvolvimento testicular, índice gonadossomático, energia, piauçu.

[1] Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa (UFV). Av P.H. Rolfs, CEP: 36570-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. *E-mail: rddnavarro@yahoo.com.br

[2] Departamento de Biologia Geral, UFV. Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

[3] Departamento de Biologia Animal, UFV. Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Recibido: 14/04/05 Aceptado: 30/03/06

Dietary digestible energy levels on the gonad development of Piauçu (*Leporinus macrocephalus*) in post larvae stage

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the effect of energy levels on testicular development of the piauçu (*Leporinus macrocephalus*). Six hundred fishes, averaging initial weight and length of 0.33 ± 0.11 g and 2.94 ± 0.39, respectively, were utilized. The experiment was carried out according to a completely randomized design, with 4 treatments (2600, 2700, 2800, and 2900 kcal DE/kg). Energy level did not significantly affect average final body weight and total length. Quadratic effect on gonads weight ($P<0.02$) at 60 days was verified. Quadratic effect on the gonad-somatic index ($P<0.02$) at 60 days was verified. The treatments with 2800 and 2900 kcal DE/kg showed the primary and secondary spermatogonia rounded by Sertoli cells in a typical cyst formation. The treatments with 2600 and 2700 kcal DE/kg showed development of primary spermatogonia cyst only.

Keywords: gonadal development, gonad-somatic index, energy, piauçu.

INTRODUÇÃO

O cultivo de peixes em sistemas intensivos vem sendo praticado por aqüicultores em função das demandas do mercado consumidor brasileiro, que tem exigido um produto de boa qualidade. Dentre as espécies nativas com possibilidades de serem aproveitadas nesse tipo de cultivo, o piauçu tem-se destacado em função do seu alto potencial reprodutivo e da sua adaptação ao cativeiro.

O piauçu, pertencente à família Anastomidae e ao gênero *Leporinus* sp é pouco conhecido do ponto de vista zootécnico. O *L. macrocephalus* apresenta maior porte dentro do gênero e tem sido o de maior importância econômica para pesca no Pantanal mato-grossense, onde é conhecido como "piavussu" (Garavello, 1979; Garavello e Bristski, 1988; Castagnolli, 1992; Carvalho *et al.*, 2000; Peruca *et al.*, 2000). Quanto aos aspectos reprodutivos existem poucos trabalhos para *L. macrocephalus*, podendo ser citado Amaral (1999), que determinou o ciclo reprodutivo do piauçu, evidenciando a importância do macho no desempenho reprodutivo da espécie, pois, pequeno número de animais é responsável pela fecundação de grande quantidade de

fêmeas. Por se tratar de espécie reofílica, sua reprodução em cativeiro precisa ser induzida por estimulação hormonal.

Os componentes essenciais na formação celular e os níveis nutricionais de proteína e energia são de máxima importância na composição da dieta para o pleno desenvolvimento e crescimento animal. A utilização de lipídios de boa qualidade, na ração da maioria das espécies de peixes, deve ser cuidadosamente dosada visto que os efeitos indesejáveis são decorrentes das excessivas perdas na taxa de crescimento e também de problemas nutricionais e até patológicos (Martino, 2003). Os óleos vegetais de maior destaque para pesquisa são os de soja, de canola e de linhaça sendo o primeiro, formado, predominantemente por ácido graxo de cadeia longa, o mais utilizado (Mascarenha, 2001).

A influência da dieta sobre o desempenho reprodutivo dos peixes permite a escolha de ingredientes em níveis mais adequados aos processos metabólicos do animal. Embora recentes estudos venham sendo conduzidos nessa linha, no sentindo de melhorar o aproveitamento do potencial da piscicultura, poucos trabalhos relacionam nutrição e parâmetros reprodutivos (Luquet e Watanabe, 1986; Gunasekera *et al.*, 1995; Gunasekera e Lam, 1997; Al- Hafedh *et al.*, 1999; Fernández-Palacios *et al.*, 1997).

A relação entre as exigências nutricionais e o desenvolvimento testicular em espécies nativas, tanto em condições naturais quanto em condições de cativeiro, é de fundamental importância para o manejo adequado das populações apesar da pouca informação, especialmente em relação à interferência da energia digestível na reprodução de peixes nativos. O objetivou foi avaliar o efeito do nível de energia na dieta sobre o desenvolvimento testicular de piauçu (*Leporinus macrocephalus*) na fase pós-larval.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na estação de Hidrobiologia e Piscicultura do Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa, no período de 27/12/2002 a 27/02/2003.

Foram utilizadas 600 pós-larvas de *L. macrocephalus*, com peso e comprimento médios iniciais de 0,33 g e 2,94 cm, respectivamente. Os animais foram distribuídos em 4 tanques de concreto, com capacidade de 25.000 L cada, na densidade de 6 peixes/m^3. Foram conduzidos quatro

tratamentos variando-se os níveis de energia digestível na ração (2.600, 2.700, 2.800 e 2.900 kcal ED/kg de ração), sendo cada peixe considerado a unidade experimental. A duração do experimento foi de 60 dias e, ao final desse período, foram coletados para análise histológica, 60 alevinos de piauçu sendo 15 animais de cada tratamento.

As dietas experimentais foram formuladas para serem isoprotéicas, com 28% de PB, para atingirem os níveis de energia digestível exigidos; variaram apenas óleo e inerte. As suas composições percentuais químicas encontram-se apresentadas na Quadro 1.

Quadro 1. Composição percentual e química das rações experimentais, elaboradas com diferentes níveis de energia.

Ingrediente[1] (%)	Dietas			
	2.600	2.700	2.800	2.900
	---------- kcal ED/kg ----------			
Farelo de soja	47,6	47,6	47,6	47,6
Farelo de trigo	27,0	27,0	27,0	27,0
Milho	12,2	12,2	12,2	12,2
Feno de alfafa	4,0	4,0	4,0	4,0
Óleo de soja	0,2	1,3	2,4	3,5
Fosfato Bicálcio	1,97	1,97	1,97	1,97
Calcáreo calcítico	0,72	0,72	0,72	0,72
DL – metionina	0,48	0,48	0,48	0,48
Premix[3]	0,60	0,60	0,60	0,60
Vitamina C	0,03	0,03	0,03	0,03
Sal	0,40	0,40	0,40	0,40
BHT (Antioxidante)	0,02	0,02	0,02	0,02
Treonina	0,04	0,04	0,04	0,04
Inerte (areia)	4,73	3,68	2,56	1,44
Composição calculada				
Proteína bruta, %	28,2	28,2	28,2	28,2
Energia digestível, kcal/kg	2.606	2.700	2.800	2.900
Fibra bruta, %	6,52	6,52	6,52	6,52
Lisina total, %[2]	1,56	1,56	1,56	1,56
Metionona + Cistina, %[2]	0,87	0,87	0,87	0,87
Treonina, %	1,00	1,00	1,00	1,00
Triptofano, %	0,38	0,38	0,38	0,38
Cálcio, %[2]	1,01	1,01	1,01	1,01
Fósforo total, %[2]	0,93	0,93	0,93	0,93
Relação ED:PB	9,28	9,64	10,00	10,35

1- Baseados nas análises de laboratório LNA/UFV

2- Baseados nos valores propostos pelo NRC (1993) e por Rostagno (2000).

3- Suplemento Premix vitamínico (nutron) (5 kg/ton), com níveis de garantia por kg de produto: Vit. A 1.200.000 UI, Vit. D_3 200.000 UI, Vit. E 12.000 mg, Vit K_3 2.400 mg, Vit B_3 4.800 mg, Vit B_2 4.800 mg, Vit B_6 4.000 mg, Vit. B_{12} 4.800 mg, Ac. fólico 1.200 mg, Pantotenato Ca 12.000mg, Vit. C 48.000 mg, Biotina 48 mg, Cloreto de colina 108.000 mg, Niacina 24.000 mg e Premix mineral comercial (1 kg/ton), com níveis de garantia por kg do produto: Fe 50.000 mg, Cu 3.000 mg, Mn 20.000 mg,; Zn 3.000 mg, I 100 mg, Co 10 mg, Se 100 mg.

As dietas experimentais foram peletizadas e oferecidas de forma controlada em três refeições diárias (9:30, 13:30 e 17:30 horas). A oferta de ração foi de 5% do peso vivo, sendo ajustada a cada 15 dias. Foram realizadas despescas através de rede de malha de 3 cm entre nós, sendo capturados 15% dos animais. As biometrias foram realizadas utilizando-se um paquímetro e balança de precisão.

Durante o experimento, a água dos tanques foi renovada diariamente e a determinação da temperatura realizada às 9:00 e 17:00 horas. O pH, o oxigênio dissolvido (O_2D), a condutividade elétrica e a transparência da água foram verificados a cada 7 dias, às 9:00 horas, utilizando-se medidor portátil de pH, oxímetro, condutivímetro e disco de secchi.

Ao final do experimento todos os animais, após jejum de 24 horas, foram insensibilizados em água e gelo, pesados, medidos e abatidos. Após o abate, os mesmos foram eviscerados e, posteriormente, a carcaça, as vísceras e as gônadas foram pesadas em balança de precisão (0,001g). Em seguida, as gônadas foram processadas histologicamente.

As preparações histológicas, assim como as análises morfológicas, foram realizadas no laboratório de Biologia Estrutural do Departamento de Biologia Geral da UFV. Os testículos foram coletados e pesados após a retirada da gordura associada. Procedeu-se a fixação em líquido em Bouin e a posterior desidratação em série alcoólica crescente. Os testículos foram incluídos em glicolmetacrilato, seccionados na espessura de 3 μm com navalha de vidro em micrótomo rotativo, e corado com azul de toluidina 0,5 % + borato de sódio a 1%. As preparações foram montadas em Entellan e observadas em microscópio Olympus BX 4. Fotomicrografias foram realizadas em fotomicroscópio CX 31 Olympus, utilizando-se filme T-max-ASA 100 Kodak.

Foram registrados, qualitativamente, os estádios de desenvolvimento gonadal através de análise histológica e calculado o índice gonadossomático (IGS), que indica o estado de desenvolvimento gonadal do peixe, utilizando-se a fórmula:

$$IGS = PG/PC \times 100,$$

onde

PG = peso da gônada
PC = peso corporal

As análises estatísticas foram realizadas através do programa SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas. Os efeitos dos níveis de energia foram analisados mediante o uso dos modelos de regressão linear, quadrática ou descontinuo "Linear Response Ploteon" (LRP), conforme o melhor ajustamento obtido para cada variável, com base na significância dos coeficientes de regressão pelo teste, no coeficiente de determinação, na soma de quadrado dos desvios e nos fenômenos em estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros físico-químicos da água dos tanques experimentais encontravam-se dentro da faixa ótima (Quadro 2) para peixes tropicais (Castagnolli, 1992; Boyd, 1982; Tavares, 1994; Kubitza e Ono, 1997) e provavelmente não influenciaram no resultado do experimento.

Quadro 2. Temperaturas pela manhã e tarde, oxigênio dissolvido (O_2D), pH, condutividade elétrica (CE) e transparência da água (TA) dos tanques, no período da manhã

	Temperatura		O_2D	pH	CE	TA
	Manhã	Tarde				
	------- °C -------		mg/L		µs/L	cm
Janeiro I†	25,9	27,7	5,8	8,8	97,0	69,0
Janeiro II‡	25,9	30,0	7,0	7,0	96,0	58,0
Fevereiro I†	28,4	29,8	6,5	6,5	94,0	61,0
Fevereiro II‡	27,0	30,3	6,0	6,8	99,0	65,0
Média	26,8	29,5	6,25	7,2	96,5	63,2

† 1º quinzena
‡ 2º quinzena

Os testículos de *L. macrocephalus* são pares, alongados e individualizados em quase toda a sua extensão unindo-se apenas na extremidade caudal, para formar o ducto espermático comum. Localizam-se dorsalmente ao trato digestivo e ventrolateralmente à bexiga gasosa. Segundo Amaral (1999), a superfície externa do testículo imaturo é lisa, mas cheia de pequenos sulcos e reentrâncias, quando elas estão maduras. São ricamente vascularizados, sendo percorridos no sentido longitudinal, por um grande vaso sangüíneo, que se ramificam lateralmente em inúmeros pequenos vasos. Essa característica também foi observada no presente experimento, em animais mais jovens. Nos animais dos tratamentos 2.600 e 2.700 kcal de ED/kg, esses testículos eram finos e transparentes, caracterizando estágio de

desenvolvimento inicial. Nos tratamentos de 2.800 e 2.900 kcal eles se mostraram mais espessos e esbranquiçados, caracterizando estágio mais avançado.

Aos 60 dias, não se observaram diferenças significativas entre os tratamentos, tanto para peso corporal quanto para o comprimento total (Quadro 3). Em experimento semelhante, Camargo (1995) encontrou maior peso final em tambaqui (*Colossoma macropomum*) para animais alimentados com 3.300 kcal de EM/kg.

Quadro 3. Peso médio final (PMF), peso das gônadas (PG), comprimento total (CT) e Indice Gonadossomático (IGS) de alevinos de piauçu alimentados com dietas com níveis crescentes de energia digestível na ração

	Dietas				Nível P	CV†
	2.600	2.700	2.800	2.900		
	---------- kcal ED/kg ----------					%
PMF, g	14,8	11,5	11,3	11,6	ns	51,55
CT, cm	9,9	9,2	9,4	9,5	ns	14,99
PG, g‡	0,00038	0,00020	0,00020	0,00057	0,02	55,23
IGS, %‡	0,00236	0,00184	0,00187	0,00494	0,003	32,29

† Coeficiente de variação
‡ Efeito quadrático. $PG = 0,100994 - 0,0000739042X + 0,0000000135417X^2$ $R^2 = 0,98$
$IGS = 0,656557 - 0,000484065X + 0,0000000894218X^2$ $R^2 = 0,95$.

Foi verificado efeito quadrático ($P<0,02$) no peso da gônada aos 60 dias. Com base nesse resultado pode-se inferir que a relação energia:proteína de 10,35, dessa ração estaria mais ajustada as exigências dos animais para peso de gônada. O peso testicular é diretamente relacionado com a produção espermática e assim sendo quanto maior o testículo, maior produção de espermatozóides. Porém a quantidade de espermatozóides produzidos é sempre maior que o número necessário para fecundação (França e Russell, 1998).

Os resultados de diferentes níveis de energia da dieta sobre o peso corporal final, comprimento total, peso da gônada e índice gonadossomático encontram-se na Quadro 3. Foi verificado efeito quadrático no IGS ($P<0,02$) no peso da gônada aos 60 dias. Frenkel e Goren (1997), trabalhando com *Aphanius dispar,* com diferentes níveis de alimentação, observaram redução no IGS quando diminuiu a taxa de alimentação. Gunasekera e Lam (1997), trabalhando com tilápia do Nilo e verificando a recuperação desse animal

após a desova, obtiveram IGS maior fornecendo 35% de PB, indicando também desenvolvimento gonadal mais avançado que os outros tratamentos.

Os efeitos dos níveis de energia da dieta sobre a morfologia macroscópia, microscópia e o estágio de desenvolvimento testicular em função dos diferentes tratamentos são apresentados na Quadro 4.

Quadro 4. Característica morfológica macroscópica e microscópica testicular de piauçu alimentados com dietas com níveis crescentes de energia digestível

Característica	Dietas			
	2.600	2.700	2.800	2.900
	---------- kcal ED/kg ----------			
Células de Leydig	+	+	+	+
Célula de Sertoli	+	+	+	+
Cisto de EG1	+	+	+	+
Cisto de EG2	-	-	+	+
Testículo fino e transparente	+	+	-	-
Testículo espesso e esbranquiçado	-	-	+	+

+ presente. - ausente

Aos 60 dias, os animais dos tratamentos com 2.800 e 2.900 kcal de ED/kg exibiram desenvolvimento gonadal mais avançado em relação aos outros grupos apresentando mais espermatogônias por campo. Também foi observada nítida formação de cistos de espermatogônia primária (EG1) e espermatogônias secundárias (EG2) circundadas por maior quantidade de células de Sertoli (Quadro 4). Observaram-se também agrupamentos de células intersticiais juntamente com vasos sanguíneos. Animais dos tratamentos com 2.600 e 2.700 kcal de ED/kg apresentaram gônadas menos desenvolvidas com, a população de espermatogônias reduzida em relação aos grupos de maiores níveis de energia digestível. Grupos de células intersticiais em torno de vasos sangüíneos também foram observados nesses tratamentos (Quadro 4). Resultados similares foram encontrados por Shearer e Swanson (2000) que, utilizando nível de 22% de lipídio, obtiveram 45% dos machos de salmão (*Oncorhynchus tshawytscha*) maturos sexualmente. Além disso, esses autores relataram que os machos maduros tiveram menor percentagem de lipídio na carcaça, e que esse resultado é comumente esperado, visto que, na época de reprodução, ocorre mobilização de energia para o crescimento e amadurecimento das gônadas.

Al-Hafedh *et al.* (1999), trabalhando com tilápias do nilo (*Oreochromis niloticus)* com níveis de 25, 30, 35, 40 e 45% de PB, observaram que machos alimentados com uma dieta de 45 % de PB, no período de 14 semanas, apresentaram desenvolvimento gonadal mais avançado em relação a outros tratamentos. Esses autores, trabalhando também com tilápia fêmeas, observaram que apenas com 18 semanas foi detectado um avanço na maturação gonadal, usando uma dieta com 45% de PB. Gunasekera e Lam (1997), trabalhando também com tilápia nilótica (*O. niloticus),* verificaram que utilizando 35% de PB na dieta houve recuperação gonadal mais rápida, logo após a desova, em relação ao desenvolvimento dos estádios reprodutivos.

No presente estudo, os animais alimentados com dietas contendo 2.800 e 2.900 kcal de ED/kg, apresentaram espermatogônias secundárias com 8 semanas. Com base nesses resultados, pode-se inferir que esses níveis de energia na dieta estariam mais ajustados às exigências dos animais, proporcionando aceleração do processo espermatogênico.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicam que o nível de energia digestível de 2.800 e 2.900 kcal de ED/kg refletiu maior desenvolvimento testicular. A exigência energética para piauçu, de 0,30 a 120g, é de 2.800 e 2.900 kcal de ED/kg e a relação energia:proteína foi de 10 e 10:35.

BIBLIOGRAFÍA

Al-Hafedh Y.S., A.Q. Siddiqui y M.Y. Al-Saiady. 1999. Effects of dietary protein levels on gonads maturation, size and age at first maturity, fecundity and growth of Nile Tilapia. Aquaculture Int., 7:319-332.

Amaral A.A. 1999. Ciclo reprodutivo anual em macho de *Leporinus macrocephalus* (Pisces, Characiformes, Anostomidae). Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal – UNESP, 64p.

Body C.E. 1982. Water Quality Management for Pond Fish Culture, Development in Aquaculture and Fisheries Science. Elsevier, New York. 730 p.

Castagnolli N. 1992. Piscicultura de água doce. Jaboticabal: Funep.189p.

Camargo A.C.S. 1995. Níveis de energia metabolizável para tambaqui (*Colossoma macropomum Cuier, 1818)* dos 30 aos 180 gramas de peso vivo. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais. 55p.

Carvalho S., A. Tomazzoni, A. Costa, C. Villamil y S. Hartz. 2000. Dieta das espécies de peixes de maior importância comercial no lago Guaíra, RS. Anais XXIII Congresso Brasileiro de Zoologia. Cuiabá, MT. p. 377.

Fernández-Palacios H., M. Izquierdo, L. Robaina, A. Valencia, M. Salhi y D. Montero. 1997. The effect of dietary protein and lipid from squid and fish meals on egg quality of broodstock for gilthead seabream (*Sparus aurata*). Aquaculture, 148:213-246.

França L.R. y L.G. Russell. 198. The testis of domestic animals. *In* Regadera J. y A. Martinez-Garcia (Eds.) Male Reproduction. A Multidisciplinary Overview. Churchill Livingstone, Madrid, España. pp.197-219.

Frenkel V. y M. Goren. 1997. Some environmental factors affecting the reproduction of *Aphanius dispar* (Ruppell, 1828), Hydrobiol., 347: 197-207.

Garavello J.C. 1979. Revisão taxonômica do gênero Leporinus Spix, 1829 (Ostariophysi, Anostomidae). Tese Doutorado em Zoologia. Universidade de São de Paulo. São Carlos, SP. Brasil. 455p.

Garavello J.C. y H.A. Britski. 1988. *Leporinus macrocephalus* Spn. da bacia do rio Paraguai (Ostariophysi, Anostomidae). Naturalia, 13: 67-74.

Gunasekera R.M., K.F. Shima y T.J. Lam. 1995. Effect of dietary protein level on puberty, oocyte growth and egg chemical composition in the tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). Aquaculture, 134(1-2): 169-183.

Gunasekera R.M. y T.J. Lam. 1997. Influence of protein level on ovarian recrudescence in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.), Aquaculture, 149: 57-69.

Kubitza F.E. y E.A. Ono.1997. Curso de qualidade da água na produção de peixes. Apostila, Piracicaba, São Paulo. 42p.

Luquet P. y T. Watanabe. 1986. Interaction "nutrition-reproduction" in fish, Fish Physiol. Biochem., 2: 121-129.

Mascarenhas A.G. 2001. Fontes de lipídios e níveis de energia digestível para suínos machos inteiros a partir dos 60 kg. Tese Doutorado Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 70p.

Martino R.C. 2003. Exigência e cuidados da adição de lipídios em rações para peixes e a sua importância para o homem. Revista Panorama da Aqüicultura, 58-60.

NRC (National Research Council). 1993. Nutrient Requirements of Fish. NRC, Washington, DC. 114p.

Rostagno H.S. 2000. Composição de alimentos e exigência nutricional de aves e suínos (Quadro Brasileiro). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 141p.

SAEG. 2003. Manual de utilização do programa SAEG, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 59 pg.

Tavares L.H.S. 1994. Limnologia aplicada à aqüicultura. Boletim Técnico do Centro de Aqüicultura da Unesp, Nº 1. 72p.

Zootecnia Trop., 24(2): 165-176. 2006

Comparação morfometrica e índices somáticos de machos e fêmeas do lambari prata (*Astayanax scabripinnis* Jerenyns, 1842) em diferente sistema de cultivo

Rodrigo Diana Navarro, Rodrigo Fortes da Silva, Oswaldo Pinto Ribeiro Filho*, Leonardo Luiz Calado, Fabrício Pereira Rezende, Cynthia Siqueira Silva e Luiz Carlos Santos

RESUMO

Objetivou-se comparar a influência do sexo na morfometria e nos índices somáticos de lambari em condições de cultivo. Utilizou-se 270 alevinos de Lambari prata, com peso médio inicial 5,07 ± 0,14 g para machos, e as fêmeas com peso médio inicial de 6,67 ± 0,07 g, com 3 tratamentos: T1-machos na ausência de fêmea e T2-fêmeas na ausência de machos e T3-machos e fêmeas juntos. Para o comprimento total e padrão foi observado diferença significativa para fêmeas cultivadas na presença e ausência do macho em relação as machos cultivados na presença e ausência das fêmeas. Já comprimento do tronco, comprimento da cabeça e distância pré-anal não foi encontrada diferença significativa entre as fêmeas. Já as fêmeas na ausência de machos apresentaram diferenças significativas em relação aos machos cultivados na ausência e na presença das fêmeas. Para altura do corpo não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos. O índice gonadossomático foi estatisticamente diferente para fêmeas cultivadas na ausência do macho em relação aos machos cultivados na ausência e na presença das fêmeas, ao contrário do observado para índice hepatossomático que não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Palavras-chave: Lambari prata, *Astyanax scabripinnis*, índices reprodutivos, morfometria.

---

* Depto. de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, 36571-000 Viçosa. Minas Gerais. Brasil. *E-mail: oribeiro@ufv.br

Recibido: 13/12/05 Aceptado: 3/04/06

Morphometric comparison and somatic indexes of lambari prata (*Astayanax scabripinnis* Jerenyns, 1842) in different culture systems

SUMMARY

This study was carried out to compare the influence of sex on *Astyanax scabripinnis* morfometric and reproductive indexes. Three fingerlings (live weight 5.07 ± 0.14) were assigned to three treatment groups: T1 male only; T2 female only, and T3 both sex. Female parameters measured were trunk length, head length, pre-anal distance, and body height. Significant differences for total and body length for cultivated females was observed in presence and absence of the male in relation to the cultivated males in presence and absence of the females. Length of the trunk, length of the head, and pre-anal were not significantly different between the females. Females in the absence of males had significant differences in relation to the males cultivated in absence and presence of the females. For height of the body, significant differences among treatments were not found. The results also revealed significant changes on the gonadossomatic index of T2 females in comparison to males from T1 and T3 groups. In the other hand, the hepatossomatic index did not show any significant change amongst groups.

Keywords: Lambari prata, *Astyanax scabripinnis,* reprodutive index, morfhometry.

INTRODUÇÃO

O lambari prata (*Astyanax scabripinnis*) apresenta potencial para a piscicultura, pois pode ser reproduzida naturalmente e é cultivada em tanques com relativa facilidade, pois aceita alimentação artificial desde sua fase inicial. Além do que tem mercado consumidor, pois a carne é apreciada como petisco e como isca para a pesca esportiva (Pereira Filho, 2000; Hayashi *et al.*, 2002, Navarro *et al.*, 2003, Rezende *et al.*, 2005).

Devido a diferença existente de desenvolvimento entre os peixes, principalmente entre a presença do sexo oposto referente a velocidade de crescimento, em particular aos tecidos, órgãos ou partes do corpo, podendo produzir trocas nas proporções corporais durante o curso do desenvolvimento e com isso acarretando significantes alterações na forma do corpo (Camargo e Pouey, 2000).

A vantagem de cultivo de monosexo está relacionada à uniformidade dos animais em relação à taxa de crescimento. Porém o uso de cultivo de monosexo pode ter outras vantagens, como taxa de crescimento mais alto de um sexo, redução de interação agressiva e maior uniformidade de tamanho. Na maioria das espécies em que o cultivo de monosexo é praticado na atualidade, o macho é mais economicamente atraente do que a fêmea devido a sua taxa de crescimento ser mais rápido (Baroiller e Cotta, 2001). Portanto, conhecer e estabelecer adequadamente os parâmetros morfométricos e reprodutivos dessas espécies, tanto em condições naturais quanto em condições de cativeiro, é de fundamental importância para o manejo adequado das populações e normalização da pesca, como também para induzir, quando necessário, a desova desses animais (Godinho e Ribeiro, 1985).

Além disso, o índice morfométrico e o desenvolvimento reprodutivo podem ser influenciados na presença de outros animais, e com relação ao gênero *Astyanax* poucas informações foram encontradas sobre seu comportamento em cativeiro na presença do sexo oposto. Objetivou-se com este trabalho comparar a influência do sexo na morfometria e índices somáticos de lambari prata *Astyanax scabripinnis* em condições de cativeiro.

MATERIALES E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de girinagem do ranário experimental, do Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa, no período de 22/10/2002 a 22/01/2003, totalizando 90 dias.

Foram utilizados 300 exemplares de lambari prata (*Astyanax scabripinnis*) criados em cativeiro. Os machos com peso médio inicial 5,07 ± 0,14 g e comprimento total médio de 5,88 ± 0,033 cm e as fêmeas com peso médios inicial 6,67 ± 0,07g e comprimento total médio de 6,28 ± 0,08 cm. O experimento foi inteiramente casualizado, com 3 tratamentos: Tratamento 1: macho na ausência de fêmeas, Tratamento 2: fêmea na ausência de machos e Tratamento 3: machos e fêmeas juntos na proporção de 15 machos e 15 fêmeas, com 3 repetições, que foram alojados em caixais de amianto com capacidade de 1.000 L cada uma, com densidade de 0,03 peixe/m^3, num total de 30 exemplares por caixa. A sexagem foi feita através da utilização da característica secundária, onde a presença de espícula na nadadeira anal dos machos (Andrade *et al.*, 1984).

O monitoramento da temperatura da água foi realizado diariamente nos horários de 8:00 horas e 15:00 horas. O pH, oxigênio dissolvido e a

condutividade elétrica, foram monitorados a cada 7 dias. A renovação de água foi feita pela manhã e as caixas foram sifonadas, a cada dois dias, para retirar sobras de ração e fezes.

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, nos horários de 9:00 horas e 16:00 horas, utilizando-se ração comercial com 42% de Proteína Bruta, com granulometria de 3 mm. A oferta de ração foi de 5% do peso vivo sendo ajustada a cada 15 dias. A cada 7 dias foram realizado biometrias, onde foram medidos entre 4 a 5 animais capturados de cada caixa com puçá com malha de 3 cm entre nós. Em seguida os animais foram colocados sobre uma bancada com espuma e com auxílio de um paquímetro de precisão 0,005 cm verificou-se o comprimento. Para verificação do peso utilizou-se balança digital de precisão 0,001 g. De posse dos dados realizou-se o ajuste da ração. Após as biometrias os animais foram devolvidos aos aquários.

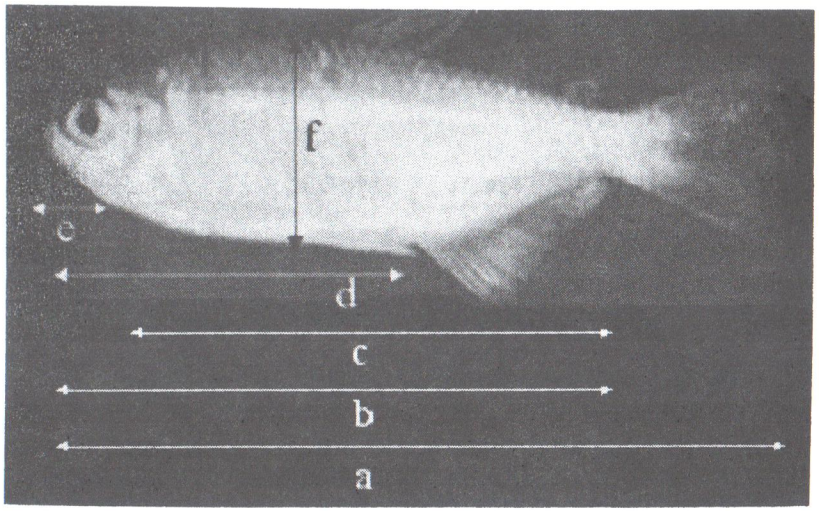

Figura 1. Representação das medidas morfométricas realizadas no lambari prata *Astyanax scabripinnis* a) Comprimento total, b) Comprimento padrão, c) Comprimento tronco, d) Distancia pré-anal, e) Comprimento da cabeça, f) Altura do corpo.

Ao final do experimento todos os animais foram insensibilizados em gelo e água a 4°C, pesados, medidos e abatidos. Após o abate os mesmo foram eviscerados e posteriormente a carcaça e as vísceras foram pesados em balança de precisão 0,001 g.

As medidas observadas foram as seguintes: o comprimento total; o comprimento padrão; o comprimento do tronco, distância pré-anal representa a extremidade do focinho ao ânus, comprimento da cabeça e a altura do corpo (Figura 1).

Fórum calculado o índice gonadossomático, o percentual de gônada em relação ao peso do corpo, como IGS = Wg/Wt x100, onde Wg = peso das gônadas, Wt = peso total, e índice hepatossomático, percentual do fígado em relação ao peso do corpo, como IHS = Wf/Wt x100, onde Wf = peso do fígado.

Os resultados estatísticos foram analisados pelo teste de média Duncan a 5% de probabilidade, utilizando o programa SAS.

RESULTADOS

Os parâmetros de qualidade da água avaliados permaneceram normais e dentro das condições ótimas para o crescimento da espécie em todos os tratamentos de acordo (Castagnolli, 1992). Os valores médios observados para os parâmetros monitorados foram: pH 7,3 ± 0,14; oxigênio dissolvido 8,56 ± 0,78 mg/L; condutividade elétrica 79,16 ± 13,53 µs/L, a temperatura média pela manhã ficou em 24,0 ± 3,46°C e da tarde em 30,0 ± 0,67°C.

O comprimento total não foi significativo para fêmeas cultivadas na ausência do macho em relação às fêmeas cultivadas na presença do macho (Quadro 1). As fêmeas na ausência do macho obtiveram comprimento total superior e estatisticamente significativo ($p<0,01$) em relação aos machos na ausência das fêmeas (Quadro 1). Os machos na presença das fêmeas obtiveram valores maiores e estatisticamente significativos em relação aos machos cultivados na ausência das fêmeas.

Para o comprimento padrão não houve diferença significativa entre os machos cultivados na ausência e presença das fêmeas; essa tendência foi constatada nas fêmeas na ausência do macho e fêmeo na presença dos machos (Quadro 1). Já as fêmeas na ausência dos machos obtiveram maior comprimento padrão sendo significativo ($P<0,01$) em relação aos machos na ausência das fêmeas.

Quadro 1. Resultado do teste de comparação de médias das medidas morfométricas de *A. scabripinnis* cultivados sob 3 diferentes tratamentos em 90 dias de experimento

		Variáveis				
	Sexo	Comprimento total	Comprimento padrão	Altura do corpo	Comprimento tronco	Comprimentoda cabeça
				Cm		
T1	Macho	7,65a†	6,26a	1,36a	4,55a	2,16a
T2	Fêmea	8,48b	6,89b	1,47a	5,33b	2,60b
T3	Macho	7,90c	6,33a	1,40a	4,88c	2,20a
	Fêmea	8,48b	6,89b	1,54a	5,38b	2,47b
CV(%)		6,25	8,23	18,42	8,52	8,41

† Letras distintas indicam diferença significativa (P<0,01) pelo teste de Duncan.

Quanto a altura do corpo dos animais não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos (Quadro 1).

Para o comprimento do tronco, as fêmeas na ausência do macho não obtiveram diferença significativa em relação as fêmeas cultivadas na presença do macho (Quadro 1). As fêmeas na ausência do macho obtiveram comprimento do tronco superior e significativo (P<0,01) aos machos na ausência das fêmeas (Quadro 1). Já os machos cultivados na presença das fêmeas obtiveram resultado estatisticamente significativo (P<0,01) em relação aos machos cultivados na ausência das fêmeas (Quadro 1).

O comprimento da cabeça não foi estatisticamente significativo (P<0,01) nas fêmeas cultivadas na presença e na ausência dos machos. Essa tendência foi observada para machos na ausência das fêmeas e machas cultivadas na presença das fêmeas (Quadro 1). As fêmeas do tratamento 2 obtiveram um maior comprimento de cabeça e estatisticamente significativo (P<0,01) do que os machos do tratamento 1 (Quadro 1).

No presente estudo não houve diferença significativa entre distância pré anal dos machos cultivados na ausência e na presença da fêmea, mesma tendência foi observada para fêmeas cultivadas na presença e na ausência do macho (Quadro 2). As fêmeas na ausência do macho obtiveram uma maior distância pré-anal e estatisticamente significativamente maior (P<0,01) em relação aos machos na ausência das fêmeas (Quadro 2).

Quadro 2. Resultado do teste de comparação de médias das medidas morfométricas de *A. scabripinnis* cultivados sob 3 diferentes tratamentos em 90 dias de experimento

		Variáveis		
	Sexo	Distância pré anal	IHS	IGS
		cm	%	
T1	Macho	2,53a†	0,91a	3,31c
T2	Fêmea	3,00b	0,68a	17,02a
T3	Macho	2,56a	0,88a	13,02ab
	Fêmea	2,91b	1,02a	12,38b
CV (%)		12,38	53,55	63,96

† Letras distintas indicam diferença significativa (P<0,01) pelo teste de Duncan.

Não foi encontrada diferença estatística (P<0,01) nos índice hepatossomático entre os tratamentos (Quadro 2). O IGS dos machos na presenças das fêmeas foi superior e estatisticamente significativo (P<0,01) aos machos cultivados na ausência das fêmeas (Quadro 2). O IGS das fêmeas cultivadas na ausência do macho foi estatisticamente significativo (P<0,01) em relação as fêmeas cultivadas na presença do macho (Quadro 2). As fêmeas na ausência do macho obtiveram IGS maiores e significativamente (P<0,01) em relação aos machos na ausência da fêmea (Quadro 2).

DISCUSSÃO

No presente estudo as fêmeas cultivadas na ausência e presença do macho apresentou comprimento total e padrão superior aos machos na ausência e presença das fêmeas. Barbieri (1992) observou uma relação entre fecundidade e variáveis como comprimento e peso da fêmea e peso do ovário em lambari *Astyanax scabripinnis*, onde o aumento dos ovócitos esta relacionada com aumento do comprimento, peso da fêmea e ovário. Lundstedt *et al.* (1997) trabalhando com grupos de Tilápia *Oreochromis niloticus* tratadas com hormônio e um grupo controle constaram que o comprimento do filé do macho controle foi superior aos das fêmeas e similar ao dos machos e fêmeas tratadas com hormônio.

Quanto a altura do corpo dos animais não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos (Quadro 1) o mesmo resultado encontrado pôr Camargo e Pouey (2000), trabalhando com peixe rei (*Odontesthes humensis*), não observaram diferença significativa na altura de macho e fêmeas.

As fêmeas de lambari cultivadas na ausência e presença do macho apresentaram comprimento da cabeça superior aos machos cultivados na ausência e presença das fêmeas, provavelmente esse aumento do comprimento da cabeça está relacionado também ao aumento do comprimento total. Ao contrário do encontrado por Camargo e Pouey (2000) que não encontraram diferença significativa em relação às fêmeas e machos de peixe rei. Já o comprimento da cabeça de tilápia nilótica *Oreochromis niloticus* é maior nas fêmeas comparadas com machos (Lundstedt *et al.*, 1997). Esses mesmos autores sugerem que a cabeça da fêmea de tilápia do nilótico seja maior do que do macho por motivo de comportamento reprodutivo, incubação dos ovos e larvas recém eclodidas que ocorrem na boca das fêmeas.

O índice hepatossomático como forma de quantificar o estoque energético (glicogênio) em peixes. O glicogênio é encontrado em grande quantidade nos tecidos do fígado e músculo dos peixes. Embora o tecido muscular de peixes carnívoros, como a truta arco-íris, possa concentrar cerca de 6% a mais de glicogênio que o fígado, as quantidades totais de glicogênio muscular ou hepático podem ser consideradas iguais (Cyrino *et al.*, 2000).

Segundo Costa (1999), a variação da alimentação e de hormônios sexuais reflete no índice hepatossomático de peixes adultos, principalmente no período de reprodução, pois o fígado sintetiza e secreta o precursor das proteínas do vitelo, a vitelogenina, que é transportada até as gônadas via corrente sangüínea, para participação da formação do vitelo. A atividade metabólica implica na utilização de nutrientes obtidos a partir do alimento ingerido e de reservas energéticas depositadas em diferentes partes do organismo. Portanto, é possível esperar que o peso do fígado, provavelmente, reflita este metabolismo.

Para Agostinho *et al.* (1990) relatam que as modificações no fígado das fêmeas durante o desenvolvimento gonadal tem sido associados mais ao fornecimento de precursores vitelínicos do que à mobilização de reservas energéticas, entretanto para fêmeas de *Rhinelepis aspera*, pelo menos a perda de peso durante a maturação não pareceu ser decorrente desse processo, visto que as quedas do IHS foram também registradas para o macho. Não foi observada diferença significativa entre o IHS, provavelmente a quantidade de glicogênio hepático não variou entre machos e fêmeas.

O índice gonadossomático (IGS) tem sido utilizado como importante parâmetro reprodutivo para fêmeas. Em machos, nem sempre este índice representa corretamente a condição reprodutiva, particularmente em peixes (Nikolsky, 1963; Vazzoler, 1992, 1996). O IGS maior nos machos cultivados

na presença da fêmea parece decorrer devido a presença da fêmeas estimular os machos a reprodução. O IGS das fêmeas cultivadas na presença do macho foi menor em relação as fêmeas cultivadas separadas, devido a melhor eficiência de utilização de energia para reprodução. As fêmeas na ausência do macho e presença apresentaram um IGS que os machos cultivados na ausência e presença da fêmea. Barbieri (1992) observou que a fêmea de lambari *Astyanax scabripinnis* possui um IGS superior aos machos de lambari *Astyanax scabripinnis*. Veregue e Orsi (2003) observaram que fêmeas de lambari *Astyanax scabripinnis* elevaram IGS no período reprodutivo. Barbieri *et al.* (1982) observaram um aumento de IGS na época de reprodução em *Astyanax fasciatus e Astyanax bimaculatus*.

Isso é comprovado em outras espécies onde, no processo de maturação gonadal, ocorre um aumento gradativo dos valores de IGS, cujo ápice coincide com o estádio de maturação mais avançada dos machos, e os menores valores são atribuídos ao estádios de repouso. Este comportamento foi observado em *Leporinus copelandi* por Nomura (1976), *Colossoma mitrei* por Ferraz de Lima *et al.* (1984), *Parodon tortuosus* por Azevedo *et al.* (1988), *Astyanax fasciatus* e *bimaculatus* por Barbieri *et al.* (1982), *Shizodon knerii* por Ferreira e Godinho (1990), *Leporinus friderici* por Barbieri e Santos (1988), *Leporinus piau* por Tavares e Godinho (1994) quienes demostram que as variações deste índice acompanham as modificações estruturais das gônadas nos diferentes estádios de maturação.

CONCLUSÕES

Os índices morformetricos analisados revelam que as fêmeas cultivadas separadas obtiveram melhor morfometria em relação a outros tratamentos. Para desempenho reprodutivo, as fêmeas cultivadas separadas dos machos apresentaram resultado superior a outros tratamentos. Para machos o cultivo na presença das fêmeas apresentou melhor desempenho reprodutivo.

BIBLIOGRAFÍA

Agostinho A.A., G. Barbieri, J.R. Verani y N.S. Hahn. 1990. Variação do fator de condição e do índice hepatossomático e sua relação com o ciclo reprodutivo em *Rhinelepis aspera* (Agassi, 1829) (Ostechthyes, Loricariidae) no rio Paranapanema. Ciência e Cultura, 42(9): 711-714.

Andrade D.R., E. Menin y S.P Ribeiro. 1984. Periodicidade da característica sexual secundária em *Astyanax bimaculatus*. Revista Seiva, 44(93): 9-12.

Azevedo C.O., M.C. Barbieri y G. Barbieri. 1988. Ciclo reprodutivo de *Parodon Tortuosus* (Eigenmann & Norris, 1900) do rio passa cinco Ipeúma-SP. II. Estádio de maturação do ovário. Época de reprodução. Ver. Bra. Biologia, 48(3): 571-575.

Barbieri G. y E.P. Santos. 1988. Análise comparativa do crescimento e de aspecto reprodutivos da piava *Leporinus friderici* (Bloch, 1974)(Osteichthyes, Anostomidae) da represa do lobo e do rio Moji Guaçu, SP. Ciência e Cultura, 40(7): 693-697.

Barbieri G., M.V.R. Santos y J.M. Santos. 1982. Época de reprodução peso/comprimento de duas espécies de *Astyanax* (Pisces, Characidae). Pesq. Agrope. Bra., 17(7): 1057-1065.

Barbieri G. 1992. Biologia de *Astyanax scabripinnis paranae* (Characiformes, Characidae) do ribeirão do Fazzari. São Carlos. estado de São Paulo. II Aspectos quantitativos da reprodução. Ver. Bra. Biologia, 52(4): 589-596.

Baroiller J.F. y H.D. Cotta. 2001. Environment and sex determination in farmed fish. Comp. Biochem. Physiology, 130: 399-409.

Camargo S.G.O. y J.L.F. Pouey. 2000. Efeito do peso e do sexo sobre as características biométricas do peixe-rei (*Odontesthes humensis*). Anais Simpósio Brasileiro de Aqüicultura. Florianópolis, Brasil. CD ROM.

Castagnolli N. 1992. Piscicultura de água doce. Fundação de Estudo e Pesquisa em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, Jaboticabal, Brasil. 189p.

Costa A.P.R. 1999. Aspectos da biologia reprodutiva de fêmeas do Piau - vermelho *Leporinus copelandii* (Steindachner, 1875) (Pisces, Anastomidae), na bacia do baixo rio Paraíba do Sul (RJ). Dissertação de Mestrado. Centro de Ciências e Tecnologia Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos de Goytacazes, RJ. 113p.

Cyrino J.E.P., L. Portz y R. Martino. 2000. Retenção de proteína e energia em juvenis de "Black Bass" *Micropterus salmoides*. Scientia Agricola, 57(4): 609-616.

Hayashi C., F. Meurer, W.R. Boscolo, L.C.B. Kavata y C.H.F. Lacerda. 2002. Níveis de arraçoamento para alevinos de lambari (*Astyanax bimaculatus*). Anais Congresso Sociedade Brasileira de Zootecnia. Recife, Brasil. CD ROM.

Ferraz De Lima J.A., G. Barbieri y J. R. Verani. 1984. Período de reprodução, tamanho da primeira maturação gonadal do pacu, *Colossoma mitrei*, em ambiente natural. Anais Simpósio Brasileiro de Aqüicultura. São Carlos, Brasil.

Ferreira R.M.A. y H.P. Godinho. 1990. Reproductive biology of the white piau, *Schizodon knerii* (Steindachner, 1875) (Anostomidae) from a reservoir in southeast Brazil. Eur. Arch. Biol., 101: 331-344.

Godinho H.P. y D.M. Ribeiro. 1985. Maturidade sexual de curimbatás, *Prochilodus scrofa* (Pisces, Teleostei) em viveiros. Arq. Bra. Méd. Vet. Zoote., 34(7): 349-357.

Lundstedt M.L., J.H. Leonhardt y A.L. Dias. 1997. Alterações morfométricas induzidas pela reversão sexual em tilápias do nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757). Revista Unimar, 19(2): 461-472.

Navarro R.D., O.P. Ribeiro Filho, R.F. Silva, L.L. Calado, F.P. Rezende, C.S. Silva y L.C. Santos. 2003. Influência do sexo no desempenho de lambari prata (*Astyanax scabripinnis* Jenyns, 1842). Zootecnia Trop., 21(4): 359 –369.

Nomura H. 1976. Fecundidade e hábitos alimentares da Piava *Leporinus copelandii* (Stendachthner, 1975) do rio mogi guaçu, SP (Osterchthyes, Anostomidae). Ver. Bra. Biologia, 36(2): 269 – 273.

Nikolsky G.V. 1963. The Ecology of Fishes. Academic Press, Londres. 352p.

Pereira Filho H.P. 2000. Biologia reprodutiva de fêmeas de lambari prata (*Astyanax scabripinnis* Jenyns, 1842), em condições de cativeiro. Dissertação Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Brasil. 94 p.

Rezende F.P., O.P. Ribeiro Filho, M.M. Pereira, E.Y. Takabatake, R.D. Navarro, L.C. Santos, R.F. Silva y C.B. Camargo Filho. 2005. Eficiência de diferentes substratos na desova de lambari Tambiú *Astyanax bimaculatus* L. 1758. Revista Ceres, 52(302): 527-533.

Tavares E.F. y H.P. Godinho. 1994. Ciclo reprodutivo do peixe Piau gordura (*Leporinus piau* Fowler, 1941) da represa de Três Marias rio São Francisco. Revista Ceres, 41(233): 28 -33.

Vazzoler A.E.A. 1996. Biologia da reprodução de peixes Teleósteos: Teoria e prática. Núcleo de Pesquisas em Limnologia Ictiologia e Aqüicultura. Maringá, Brasil, 169p.

Vazzoler A.E.A. y N.A. Menezes. 1992. Síntese de conhecimento sobre o comportamento reprodutivo Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). Rev. Bra. Biologia, 52(4): 627-640.

Veregue A.M.L. y M.L. Orsi. 2003. Biologia reprodutiva de *Astyanax scabripinnis paranese* (Eigennann) (Ostheichthyes, Characidae), do ribeirão de Marrecas, bacia do rio Tibagi, Paraná. Rev. Biol. Zoologia, 20(1): 97 –105.

Zootecnia Trop., 24(2): 177-192. 2006

Índice de condición de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* (Bivalvia:Mytilidae) bajo un sistema suspendido de cultivo en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela

Vanessa Acosta[1*], Antulio Prieto[1] y Cesar Lodeiros[2]

RESUMEN

Con la finalidad de conocer la talla mínima de comercialización en fresco, se comparó el índice de condición de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* colocados bajo sistema de cultivo suspendido en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco (Julio 2002 a 2003). Mensualmente, se determinó la dimensión de la concha en función de la longitud máxima de su eje dorso-ventral, las masas secas del músculo, gónadas y el índice de condición en ambas especies. Al final del estudio, *Perna perna* presentó el mayor promedio de talla (95,92 mm) con respecto a *P. viridis* (73,61 mm). La variación en peso de los diferentes tejidos secos se relacionó con el índice de condición de ambas especies. *P perna* alcanzó su más alto índice (39,89%) en diciembre, mientras que *P. viridis* lo presentó en enero (20,62%), coincidiendo en ambos con el incremento de los tejidos reproductivos y el aumento de la clorofila *a* durante el período de surgencia. Sin embargo, la mayor variación del índice de condición fue observada en *P. viridis*, debido posiblemente a una mayor intensidad de los procesos de maduración y desove, lo cual se evidenció con el mas alto coeficiente de variación (0,19), indicando que la fluctuación anual en el proceso reproductivo es más acentuado, comportamiento típico de las especies tropicales, a pesar de generar menor tejido reproductivo por unidad de tiempo que *P. perna* en los períodos de desove.

[1] Departamento de Biología, Escuela de Ciencias. Universidad de Oriente. Cumana, estado Sucre. Venezuela. *Correo electrónico: vanessaacosta@yahoo.com

[2] Departamento de Biología Pesquera. Instituto Oceanográfico de Venezuela. Cumaná, estado Sucre. Venezuela.

Recibido: 10/01/06 Aceptado: 21/04/06

Palabras clave: Índice de condición, Golfo de Cariaco, *Perna perna*, *Perna viridis*.

Condition index of the mussels *Perna perna* and *Perna viridis* (Bivalvia:Mytilidae) under a suspended cultivation system in the Turpialito Bay, Cariaco Gulf, Venezuela

SUMMARY

With the purpose of knowing the minimum size of commercialization in fresh, it was compared the condition index of the mussels *Perna perna* and *Perna viridis* placed under a suspended cultivation system in Turpialito Bay, Gulf of Cariaco (July 2002 to 2003). Monthly, the dimension of the shell was determined as a function of the maximum ventral axis length, dry mass of the muscle, gonads, rest of soma, and the index of condition in both species. At the end of the study, *P. perna* presented the highest size growth (95.92 mm) compared to *P. viridis* (73.61 mm). The variation in weight of the dry mass was related to the condition index of both species. *Perna perna* showed the highest value (39.9%) in December, while *P. viridis* presented it in January (20.6%), coinciding in both species with an increment of the reproductive tissue and the increase of the chlorophyll *a* during the period of upwelling. However, the highest variability in the condition index was observed in *P. viridis* due to the higher intensity in the maturation processes and spawning, which was evidenced by the largest coefficient of variation (0.19). This indicates that the annual fluctuation in the reproductive process is more accentuated a typical behavior of tropical species, in spite of generating smaller reproductive tissues per unit of time than *P. perna* in the spawning periods.

Keywords: Condition index, Gulf of Cariaco, *Perna perna*, *Perna viridis*.

INTRODUCCIÓN

Los cultivos marinos de algunas especies de mejillones de la familia Mytilidae han llegado a constituir una parte importante en la producción de alimento para el consumo humano en países como España, Francia, Holanda e Italia (Hickman 1992). Aunque en Venezuela esta actividad no ha alcanzado niveles considerables de desarrollo (Salaya *et al.*, 1973), puede llegar nuevamente a convertirse en una industria próspera. La costa norte del

estado Sucre constituye prácticamente la única zona mejillonera del país, de donde se extrae aproximadamente el 93% del mejillón que se consume a nivel nacional; gracias a la explotación de dos especies de mejillones, *Perna perna* (Linné 1758) y *Perna viridis* (Linné 1758). Estas dos especies forman extensas poblaciones que actualmente aportan el 2,1% de la producción pesquera anual (Salaya, 1999). Ambos mejillones constituyen especies potencialmente cultivables por su rápido crecimiento y alta capacidad reproductiva (Salaya *et al.*, 1973; Sreenivasan *et al.*, 1989; León *et al.*, 1998). Se han reportado elevadas tasas de crecimiento para *P. perna,* con tallas de hasta 90 mm aproximadamente en un año, bajo sistema de cultivo suspendido (Vélez, 1970; Prieto *et al.*, 1999), mientras que *Perna viridis* es de crecimiento variable y se caracteriza por ser un mejillón grande, donde la talla adulta promedio en la India y áreas adyacentes, se encuentra entre los 80 y 165 mm de largo y ocasionalmente puede alcanzar hasta 300 mm (Ragopal *et al.*, 1998)

La determinación del tamaño comercial en moluscos es de gran importancia, tanto para la explotación racional y manejo sustentable de las poblaciones naturales, como para establecer los costos de producción en cultivo. En este sentido, el índice de condición o cantidad relativa de carne en los bivalvos, según Cruz y Villalobos (1993), ha sido utilizado para estimar el valor del organismo para su explotación y consumo, siendo por lo general proporcional a la talla. Además, permite conocer como responde internamente el organismo ante las variaciones ambientales. Este índice ha sido asociado intrínsicamente a la reproducción, ciclos de utilización y almacenamiento de energía y extrínsecamente esta influenciado por la disponibilidad de alimento y temperatura (Prieto *et al.*, 1999; Arrieche *et al.*, 2004), siendo los tejidos de buena calidad de aspecto cremoso, mientras que los tejidos translucidos, con alto contenido de agua, poseen baja calidad (Hikcman e Illingworth, 1980; Bayne y Newell, 1993). Por lo tanto, la calidad de los mejillones es juzgada por el sabor y apariencia de la carne y llega a nivel óptimo cuando el bivalvo alcanza la madurez sexual; por esta razón los mejillones son consumidos principalmente cuando están próximos a efectuar su reproducción.

Con la finalidad de determinar la talla mínima de comercialización en fresco y como un requerimiento básico para aplicar normas de conservación y/o para la explotación de éstos mejillones con alto potencial de cultivo, se compararon los índices de condición de *Perna perna* y *Perna viridis*, bajo sistema de cultivo suspendido en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se sembraron 90 semillas de cada especie de mejillón *Perna perna* (35,49 ± 3,16 mm) y *Perna viridis* (34,28 ± 3,99 mm) de manera separada, en cuerdas de caucho de 1,20 m de longitud. Un total de 72 cuerdas (36 de cada especie) fueron suspendidas en un "Long Line" durante 1 año (julio de 2002 hasta julio 2003). El "Long Line" fue colocado perpendicularmente a unos 30 m de la costa, en la Ensenada de Turpialito (10°27´30¨ N, 64° 01´52¨ O), localizada en la costa nororiental de Venezuela (Golfo de Cariaco). Los mejillones fueron obtenidos en forma manual de un banco natural existente en Guayacán, Península de Araya (estado Sucre, Venezuela).

Con la finalidad de estimar el crecimiento, mensualmente se extrajeron de las cuerdas 30 ejemplares de cada especie, a las cuales previamente se les eliminó todos los epibiontes presentes en la concha. La dimensión de la concha se estableció en función a la longitud máxima (Lt) en su eje dorso-ventral, con un vernier digital marca Mytutoyo de 0,01 mm de apreciación, mientras que el peso de la masa visceral fresca y de las valvas se determinó con una balanza analítica marca Denver, modelo TR204 de 0,001 g de apreciación. El músculo (Pm), lóbulos gonadales (pg) y resto del soma (Ps) constituido por branquias, manto, pie y glándula digestiva, fueron disectados y luego deshidratados en una estufa a temperatura continua a temperatura continua de 60°C durante 72 h y luego se obtuvieron los valores de masa seca con una balanza analítica de 0,001 g de apreciación.

A cada especie se le determinó el índice de condición (Pfc/Pv x 100), según Nascimento *et al.* (1980) y Cabrera *et al.* (1983), donde Pfc es el peso fresco de la carne y Pv es el peso valva. También se determino el coeficiente de variación (Zar, 1984). En este estudio, el aumento del peso seco de la gónada, se consideró como indicador de la gametogénesis, mientras una disminución se interpretó como ocurrencia de desove.

Parámetros ambientales

A fin de evaluar la influencia de los factores ambientales (temperatura y disponibilidad de alimento), sobre el índice de condición de los mejillones bajo sistema de cultivo, se tomaron muestras semanales de agua en la zona de cultivo, con una botella Niskin de 2 L por triplicado. Las muestras de agua fueron filtradas en envases de 2 L con una malla de 153

µm, para estimar la disponibilidad del alimento mediante la biomasa del fitoplancton (clorofila *a*). Para el análisis de clorofila *a* se empleó el método espectrofotométrico, mediante las técnicas descritas en Strickland y Parsons (1972). En el sitio de cultivo se instalo un termógrafo electrónico marca Sealog-Vemco, para registrar la temperatura del agua a intervalos de 30 min.

Para determinar diferencias en relación al índice de condición entre las especies de mejillón analizadas, se aplicó un análisis de varianza sencilla ANOVA, previa comprobación de homogeneidad de su varianza. El nivel de significancia empleado para la aplicación del ANOVA fue del 95% (Zar, 1984).

RESULTADOS

Crecimiento de la concha

El patrón de crecimiento de ambas especies medido a través de la longitud máxima (Lt) fue significativamente igual ($F=2,82$; $P>0,05$), durante los primeros cuatro meses (julio-noviembre 2002; Figura 1). A partir de diciembre se produjo una diferenciación del crecimiento ($F=11,32$; $P<0,05$). Posteriormente entre enero y marzo nuevamente ambas especies alcanzaron tasas de crecimiento similares ($F=12,82$; $P>0,05$). No obstante, a partir de abril *P. perna* incremento su tasa de crecimiento, hasta alcanzar al final del estudio una talla superior (95,30 ± 7,91 mm) a la obtenida por *P. viridis* (73,3 ± 6,99 mm).

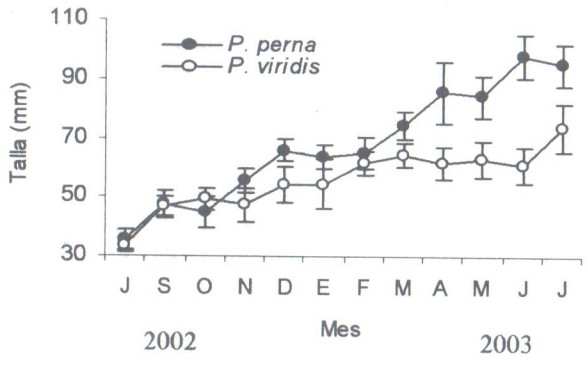

Figura 1. Longitud antero-posterior de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* cultivados en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco. Las líneas verticales en cada uno de los muestreos representan el error estándar con respecto a la media.

Músculo

En relación al peso seco del músculo, para el momento de la siembra, *P. perna* y *P. viridis* presentaron masas similares (Figura 2). No obstante, a partir de abril se comenzaron a observar diferencias significativas ($F=23,01$; $P<0,05$), en cuanto al crecimiento del músculo en ambas especies, siendo más pronunciado el crecimiento en *P. perna* (0,42 ± 0,23 g) al final del estudio, que en *P. viridis* (0,178 ± 0,18 g).

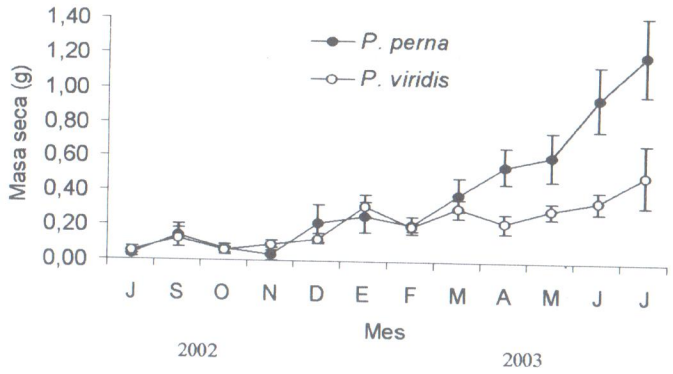

Figura 2. Masa seca del músculo de los mejillones *P. perna* y *P. viridis* cultivados en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco. Las líneas verticales en cada uno de los muestreos representan el error estándar con respecto a la media.

Tejido gonadal

La masa seca de la gónada en ambas especies mostró desde el inicio de la siembra (julio) hasta octubre valores muy similares (0,02 ± 0,009 g *P. perna* y 0,018 ± 0,006 g *P. viridis*). A partir de noviembre en *P. perna* se produjo un incremento significativo de la masa gonadal ($F=15,12$; $P<0,05$), alcanzando en diciembre su máximo valor (0,82 ± 0,25 g), para posteriormente en enero producirse una caída brusca (0,313 ± 0,07 g), indicativo de un desove y el cual se extendió hasta febrero (0,160 ± 0,092 g). Posteriormente se produjo una leve recuperación, que se tradujo en aumento de los lóbulos gonadales, el cual fue progresivo, originándose un incremento de la masa de la gónada de aproximadamente 1,22 g, llegando a alcanzar 1,51 ± 0,52 g. Al finalizar el estudio *Perna viridis* presento un comportamiento muy diferente, ya que desde el inicio de la siembra hasta noviembre mostró una mínima producción de gónadas (0,018 ± 0,06 g a 0,025 ± 0,013 g). A partir de diciembre se produjo un ligero aumento de la masa gonadal hasta alcanzar en enero su mayor valor (0,239 ± 0,084 g), para posteriormente descender (desove) durante tres meses seguidos (febrero-abril), y luego se produjo una leve recuperación la cual se mantuvo constante hasta el final del estudio (Figura 3).

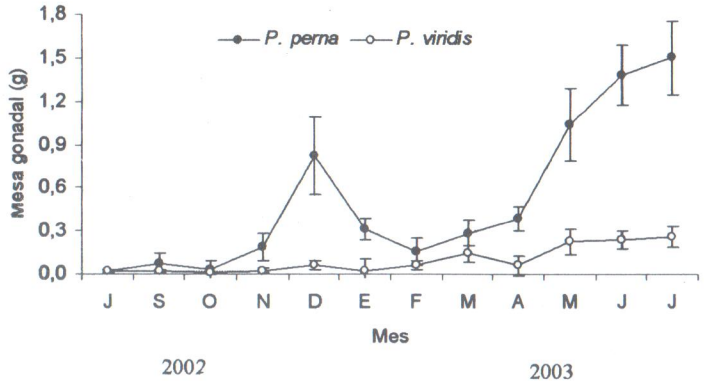

Figura 3. Variación mensual del tejido gonadal de los mejillones *P. perna* y *P. viridis* cultivados en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco. Las líneas verticales en cada uno de los muestreos representan el error estándar con respecto a la media.

Índice de condición

En los cuatro primeros meses de cultivo (julio-octubre) *P. perna* y *P. viridis* mostraron el mismo índice de condición (Figura 4). Entre noviembre y diciembre se obtuvieron diferencias significativas entre ambas especies ($F=15,13$; $P<0,05$). *Perna perna* alcanzo su mayor índice en diciembre (39,98 ± 5,33%), el cual descendió bruscamente hasta febrero (16,68 ± 3,86%) y fue correlativo con el periodo de desove que se produjo para la misma época. A partir de marzo (21,82 ± 3,33%), se inicio un aumento significativo que se prolongó hasta el mes de mayo (31,99 ± 2,93%), el cual se mantuvo prácticamente constante hasta finalizado el estudio (33,08 ± 4,88%) y estuvo relacionado con el aumento de la masa gonadal que se produjo en los últimos cuatro meses.

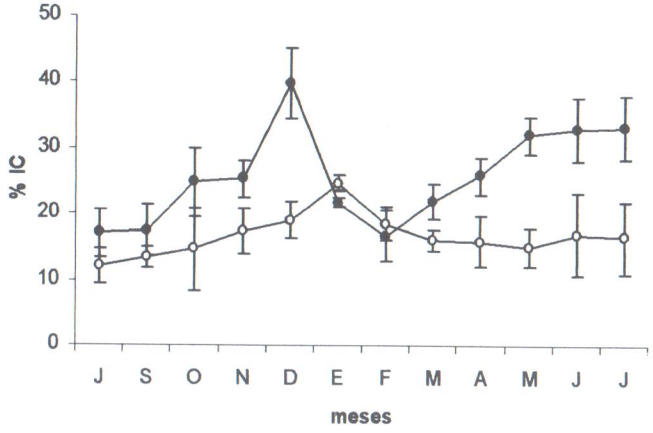

Figura 4. Variación del índice de condición (%) de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* cultivados en la Ensenada de Turpialito Golfo de Cariaco. Las líneas verticales en cada uno de los muestreos representan el error estándar con respecto a la media.

En *P. viridis*, el índice de condición presento un leve incremento desde el inicio (11,98 ± 2,6%) de la siembra hasta alcanzar su máximo valor en enero (22,62 ± 1,20%), el cual coincidió con su mayor producción gonádica (Figura 2). Posteriormente se produjo un descenso que prácticamente se mantuvo constante hasta el final.

El coeficiente promedio de variación fue significativamente menor ($P<0,05$) en *P. perna* (0,16 ± 0,04), con respecto al obtenido en *P. viridis* (0,19 ± 0,071). El índice de condición en ambas especies fue correlativo a los periodos de madurez y desove de cada uno de los mejillones estudiados.

Parámetros ambientales

La temperatura superficial del agua mostró una fuerte variación con valores que alcanzaron 29,9°C en octubre 2002, para descender progresivamente hasta finales de enero 2003, cuando se registraron las temperaturas mas bajas (22-22,5°C; Figura 5A). Entre febrero y mediados de marzo 2003, la temperatura se mantuvo menor a 24°C, para luego incrementar a 26°C a finales de abril y mantenerse en este nivel hasta el final del estudio.

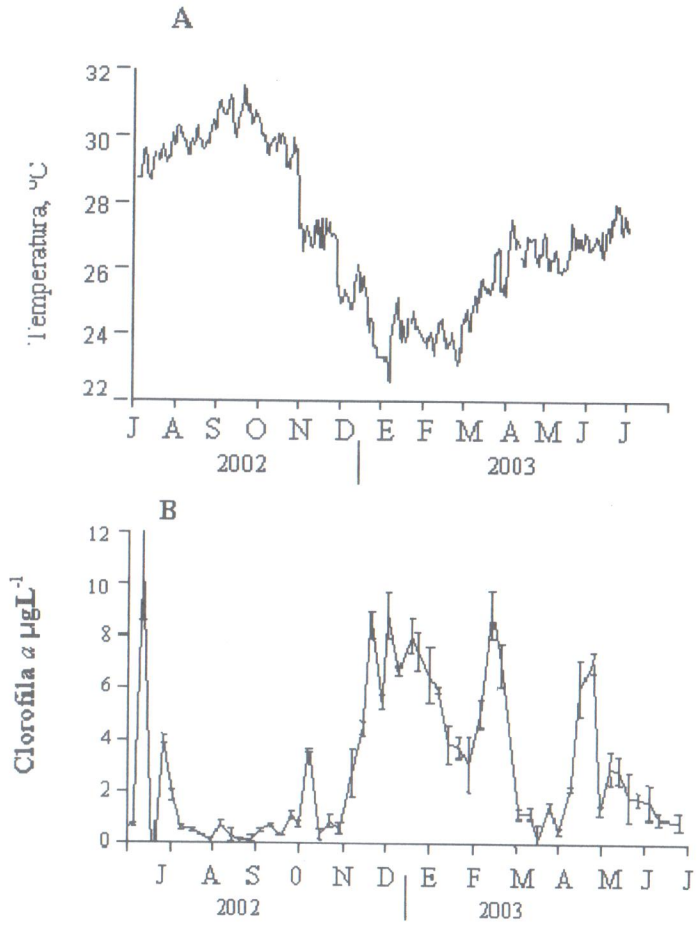

Figura 5. (A) Variación de la temperatura (°C) y (B) Abundancia fitoplanctónica, estimada por la clorofila *a* (µg/L), durante el período de cultivo de los mejillones *P. perna* y *P. viridis* en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco.

La biomasa fitoplanctónica, estimada por la concentración de clorofila *a*, mostró un patrón de variación inverso a la temperatura (Figura 5B). Este comportamiento es típico de la región, debido a los fenómenos de surgencia costera, establecidas por los regímenes de vientos en la zona (Lodeiros y Himmelman, 2000). Cuando las temperaturas fueron elevadas, la

concentración de clorofila *a* estuvo por debajo de 1 µg L^{-1}, desde mediados de agosto hasta finales de noviembre 2002, mientras que el resto del periodo estuvo caracterizado por concentraciones superiores a 4 µg L^{-1}.

DISCUSIÓN

En su máximo estadio de madurez, ambos mejillones presentaron un incremento en biomasa de tejido e índice de condición. En el caso del mejillón marrón *Perna perna* alcanzó su mayor índice en diciembre (cinco meses de cultivo), con una talla promedio de 65,84 ± 3,50 mm, la cual estuvo directamente influenciada por el peso de la gónada. Esto sugiriere que para esta época la especie presenta condiciones óptimas para la cosecha, lo que implicaría comercio y/o consumo. Estos resultados concuerdan con los reportados por Arrieche *et al.* (2004), quienes señalan que en los bancos naturales lo más recomendable es realizar la explotación de ejemplares de *P. perna* con una longitud superior a los 60 mm, que es cuando alcanza la mayor eficiencia de rendimiento de la carne, ya que en condiciones de cultivo, a los 5 meses se puede cosechar, lo que sugiere una rápida tasa de crecimiento de *P. perna*. No obstante, entre enero y febrero se observaron ligeras fluctuaciones en el peso de la masa seca del músculo, del tejido gonadal, lo que sugiere una liberación intensa de gametos (desove total), definiéndose hasta aquí el curso del ciclo reproductivo del mejillón. Por su parte, *Perna perna* invirtió una mayor cantidad de energía durante su ciclo reproductivo, demostrando un comportamiento característico de especie subtropical. Este comportamiento reproductivo estuvo relacionado con la mayor disponibilidad de alimento, principalmente biomasa fitoplanctónica tal y como se ha reportado en otros bivalvos, en donde factores ambientales como la disponibilidad de alimento y la temperatura influyen sobre los ciclos estacionales de engorde y de masa de tejido debido a la alta demanda energética que genera la gametogénesis (Nacimiento 1980; Lodeiros y Himmelman, 2000).

Perna viridis alcanzó su mayor índice de condición (20,62 ± 1,20%) en enero (a los seis meses de cultivo), con una talla de 55,70 ± 3,08 mm, mostrando un comportamiento reproductivo totalmente diferente al de *P. perna*, ya que la producción de gónadas de *P. viridis* se mantuvo prácticamente constante durante el estudio, con desoves parciales y continuos entre febrero, marzo y abril, presentando un comportamiento característico de una especie tropical. Sin embargo, su principal indicio de maduración se produjo en enero, coincidente con la mayor disponibilidad de alimento. Se ha reportado que en los trópicos los invertebrados marinos se caracterizan por

presentar desoves prolongados la mayor parte del año, lo cual tiene una incidencia positiva sobre el índice de condición del organismo (Giese, 1959; Villalobos, 1980). No obstante, nuestros resultados demostraron un comportamiento diferente en el caso de *P. viridis*, ya que bajo cultivo suspendido, mostró un bajo índice de condición.

El peso de la gónada ejerció una marcada influencia sobre el índice de condición en *P. perna* y en menor proporción en *P. viridis*, de tal manera que la producción de gónadas es determinante en la estimación de la condición generalizada de los mejillones, ya que tiende a coincidir con la mayor biomasa de tejido (tejido húmedo, peso del músculo, peso de las gónadas, etc.). En este sentido muchos autores señalan que el comportamiento reproductivo de los bivalvos es un factor determinante en la estimación de la condición del organismo. Así, tenemos que los valores más bajos del índice de condición coinciden con la ocurrencia de gametogénesis y los valores más altos generalmente se combinan con la madurez (Villalejo-Fuerte y Ochoa-Báez. 1993). Este mismo comportamiento fue evidenciado en *P. perna* y en *P. viridis* bajo el sistema de cultivo suspendido.

El índice de condición alcanzado por *P. perna* en este estudio fue similar (16-39%) al reportado por Arrieche *et al.* (2004) en la misma especie (15-30%) y superior al de *Perna canaliculus* (8-15%) por Hickman e Illingworth (1980), mientras que el índice de *P. viridis* fue mucho más bajo que el reportado (11-20%) por Cheung (1991).

En ambos mejillones se observó que la masa seca total presentó cambios pronunciados en su peso antes y después de la liberación de gametos (desove), sugiriendo que existe una posible canalización de energía depositada en los tejidos somáticos hacia la gónada. Lo antes mencionado explica que los mejillones muestran una condición fisiológica dependiente de factores endógenos como la reproducción, con una notable interacción con los factores ambientales, principalmente la temperatura y la disponibilidad de alimento. Se ha reportado que, en condiciones naturales el alto índice de condición en *P. perna* está asociado con la biomasa fitoplanctonica, que es la que condiciona su ciclo reproductivo (Vélez, 1970; Arrieche *et al.*, 2004). Este comportamiento es similar al observado en *Anadara similis* (Cruz, 1984), *Mitella guyanensis* (Sobaja, 1986), *Chione subrugosa* (Cruz, 1986) y *Tagelus peruvianus* (Rojas *et al.*, 1988), los cuales presentan el desove masivo en los primeros meses del año, coincidente con mayor disponibilidad de alimento en el medio. Este comportamiento reproductivo podría estar relacionado con los afloramientos que se producen a principios de año en las aguas costeras que se explican en alguna medida por los valores altos en la

productividad primaria señalados por Ferraz-Reyes (1987). El Golfo de Cariaco (zona de cultivo) se caracteriza por presentar aguas de bajas temperaturas y altos valores de nutrientes, oxígeno y biomasa fitoplantónica durante los primeros meses del año.

CONCLUSIONES

Nuestros resultados indican el hecho de que los factores ambientales tuvieron una marcada influencia sobre el crecimiento e índice de condición de los mejillones. *Perna perna* alcanzó su mayor índice de condición a los cinco meses de cultivo, con un rápido crecimiento y producción de biomasa, mientras que *Perna viridis* la producción de tejido fue mùy baja y con lento crecimiento, lo que indica que las condiciones ambientales que acontecen en el Golfo de Cariaco no son favorables para el crecimiento de *P. viridis*.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente por la subvención de este estudio a través del Proyecto CI-5-1001-1155/03.

BIBLIOGRAFÍA

Arrieche D., B. Licet, N. García, C. Lodeiros y A. Prieto. 2004. Índice de condición, gonádico y de rendimiento del mejillón marrón *Perna perna* (Bivalvia:Mylilidae), del Morro de Guarapo, Venezuela. Interciencia, 27(11): 613-619

Bayne B. y R. Newell. 1993. Physiological energetic of marine mollusks. *En* Sledding A.S. y K.M. Wilbur (Eds) The Mollusk. Academic Press, New York. Vol. 4, pp. 407-515.

Cabrera J., E. Zamora y O. Pacheco. 1983. Determinación del tamaño comercial de la ostra de manglar, *Crassostrea rhizophorae* (Guilding 1828) en sistema de cultivo suspendido en Estero Vizcaya, Limón, Costa Rica. Rev. Biol. Trop., 31: 257-261.

Carvajal J. 1969. Fluctuación mensual de las larvas y crecimiento del mejillón *Perna perna* y las condiciones ambientales de la Ensenada de Guatapanare, estado Sucre. Venezuela. Bol. Inst. Oceanogra. (Univ. Oriente), 8(1-2): 13-20.

Cruz R. 1984. Algunos aspectos reproductivos y variación mensual del índice de condición de *Anadara similis* (Pelecypoda: Arcidae) de Jicaral, Puntarenas, Costa Rica. Brenesia, 22: 95-105

Cruz R. y C. Villalobos. 1993. Monthly changes in tissue weight and biochemical composition of the mussel *Mytella guyanensis* (Bivalvia:Mytilidae) in Costa Rica. Rev. Biol. Trop., 31: 175-179

Cheung S. 1991. Energetic of transplanted populations of the green lipped mussel *Perna viridis* (Linnaeus) (Bivalvia:Mytilidae) in Hong Kong. II: Integrated energy budget. Ass. Mar. Biol., 8: 133-147.

Ferraz-Reyes E. 1987. Productividad primaria del Golfo de Cariaco, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogra. (Univ. Oriente), 26(1-2):91-110.

Giese A. 1959. Comparative physiology: annual reproductive cycle of Marine invertebrates. Ann. Rev. Physiology, 21:547-576.

Hickman R. 1992. Mussel cultivation. *En* Gosling E. (Ed) The Mussel *Mytilus*: Ecology, Physiology, Genetics and Culture. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, Vol. 25, Elsevier Science Publishers, NY. pp. 465-510

Hickman R. y J. Illingworth. 1980. Condition cycle of the green lipped mussel *Perna canaliculus* in New Zealand. Mar. Biol., 60: 27-38.

León J., L. León y J. Millán. 1998. Cultivo suspendido del mejillón *Perna perna* L. 1758 (Mollusca:Bivalvia) en la isla de Cubagua, Venezuela. Caribb. Mar. Stud., 6: 12-18.

Lodeiros C. y H. Himmelman. 2000. Identification of factors affecting growth and survival of the tropical scallop *Euvola* (*Pecten*) *ziczac* in the Golfo de Cariaco, Venezuela. Aquaculture, 182: 91-114.

Nascimento I. y S. Pereira. 1980. Changes in the condition index for mangrove oyster (*Crassostrea rhizophorae*) from Todos os Santos Bay, Salvador, Brazil. Aquaculture, 20: 9-15.

Nakal A. 1980. Contribución a la ecología de la pepitona *Arca zebra* (Swainson 1883). Aspectos gametogénicos. Tesis de Grado, Licenciado en Biología. Universidad de Oriente. Cumaná.

Prieto A. 1980. Contribución a la ecología de *Tivela mactroides* (Born 1778). Aspectos reproductivos. Bol. Inst. Oceanogra. (Univ. Oriente), 29(2):323-328.

Prieto A., M. Vázquez y L. Ruiz. 1999. Energetic dynamics of growth in a mussel population *Perna perna* (Filibranchia:Mytilidae) in the northeast of Sucre state, Venezuela. Rev. Biol. Trop., 47(3): 399-410.

Ragopal S., V. Venugopalan, K, Nair, G. Van der Velde, H. Jenner y C. Hartog. 1998. Reproduction, growth rate and culture potential of the green mussel, *Perna viridis* (L) in Edaiyur backwaters, east coast of India. Aquaculture, 162 (3-4): 187-202.

Rojas J., C. Villalobos, F. Chartier y C. Villalobos. 1988. Tamaño, densidad y reproducción de la barba de hacha *Tagelus peruvianus* (Bivalvia: Solecurtidae) en el estero de Puntarenas, Costa Rica. Rev. Biol. Trop., 36: 479-483.

Salaya J., I. Beupertuy y J. Martínez. 1973. Estudio sobre la biología pesquera y cultivo del mejillón *Perna perna* (L.) en Venezuela. Proyecto MAC-PNUD-FAO. Informe Téc. Nº 62. Caracas.

Salaya J. 1999. La pesca y el cultivo de los moluscos bivalvos en Venezuela, situación y tendencias a nivel de Latinoamérica y el Caribe. Memorias Taller Venezolano sobre Aprovechamiento y Comercialización de Moluscos Bivalvos. Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta, Isla de Margarita, Venezuela. pp. 5-11.

Sibaja W.G. 1986. Madurez sexual en el mejillón *Chora Mytella guyanensis*, Lamarck, 1819 (Bivalvia:Mytilidae) del Manglar en Jicaral, Puntarenas, Costa Rica. Rev. Biol. Trop., 34: 151-156.

Sreenivasan P., R. Thangavelu y P. Poovannan. 1989. Biology of the green mussel *Perna viridis* (Linnaeus) cultured in Mutukadu lagoon. Madras. Indian J. Fish, 36: 149-155.

Strickland J. y T. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board of Canada. Bull. N° 167. 2da ed. 310 p.

Tejera E., I. Oñate, M. Núñez y C. Lodeiros. 2000. Crecimiento inicial del mejillón marrón (*Perna perna*) y verde (*Perna viridis*) bajo condiciones de cultivo suspendido en el Golfo de Cariaco, Venezuela. Bol. Centro Invest. Biol., 34(2): 143-158.

Villalejo-Fuerte M. y R. Ochoa-Báez. 1993. El ciclo reproductivo de la almeja catarina *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835), en relación con la temperatura y el fotoperiodo en Bahía Concepción B.C.S., México. Cienc. Mar., 19:181-202.

Vélez A. 1970. Fluctuación mensual del índice de engorde del mejillón *Perna perna* natural y cultivado. Bol. Inst. Oceanogr. (Univ. Oriente), 10(2): 3-8.

Vélez A. 1977. Ciclo anual de reproducción del ostión *Crassostrea rhizophorae* (Guilding) de Bahía de Mochima. Bol. Inst. Oceanogr. (Univ. Oriente), 16(1-2): 87-97.

Villalobos C. 1980. Variations in population structure in the genus *Tetraclita* (Crustacea:Cirrepedia) between temperate and tropical populations. IV. The age structure of *T. stalactifera* and concluding remarks. Rev. Biol. Trop., 28: 353-359.

Zar J. 1984. Biostatistical Analysis. 2da ed. Prentice Hall, New Jersey. 120 pp.

Zootecnia Trop., 24(2): 193-203. 2006

Efecto del tamaño de las microalgas sobre la tasa de ingestión en larvas de *Artemia franciscana* (Kellog, 1906)

Arnulfo H. Díaz[1], Alejandro Ramírez Ayvar[2], Daniel Godínez Siordia[1*] y Carmen Gallo García[3]

RESUMEN

Se valoró el efecto que representa el tamaño de las microalgas *Chaetoceros muelleri* y *Tetraselmis suecica* sobre la tasa de ingestión de larvas de *Artemia franciscana*. Desde el inicio del ensayo se observaron diferencias significativas (P<0,05) en todos los estadios de desarrollo y los tratamientos evaluados. En todos los estadios larvales se presentó un incremento de la tasa de ingestión en relación la concentración de *Chaetoceros muelleri*. En la etapa de transición de metanauplio IV a postmetanauplio II, *Artemia franciscana* alcanzó a ingerir 3,5 veces más la diatomea que la microalga fitoflagelada. Este comportamiento desapareció hacia el final de la etapa de postmetanauplio IV, cuando fue similar la tasa de ingestión de ambas especies de microalgas.

Palabras clave: Tasa de ingestión, *Artemia franciscana*, microalgas.

---

[1] Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras. Universidad de Guadalajara. Gómez Farias N° 82; Código postal N° 48980; San Patricio - Melaque, Jalisco, México. *Correo electrónico: dangos@costera.melaque.udg.mx

[2] Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Carretera a Nogales Km 15.5, Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México.

[3] Laboratorio de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Guadalajara. Miguel López de Legaspi N° 235, Código postal N° 48981, Barra de Navidad, Jalisco, México.

Recibido: 07/11/06 Aceptado: 15/03/06

Effect of microalgae size on the ingestion rate on larvae of *Artemia franciscana* (Kellog, 1906)

SUMMARY

The effect of the size of the microalgae *Chaetoceros muelleri* and *Tetraselmis suecica* on the ingestion rate of larvae of *Artemia franciscana* was evaluated. From the beginning of the experiment significant differences were observed ($P<0.05$) at all stages of development among the treatments. In all stages of the larvae there was observed an increase in the rate of ingestion relative to the concentration of *C. muelleri*. In the transition stage from metanauplii IV to postmetanauplii II, *A. franciscana* managed to ingest 3.5 times more diatom than the phytoflagelate algae; behavior that disappeared at the end of the postmetanauplii IV stage when they have in a equal relationship of 1 to 1.

Keywords: Ingestion rate, *Artemia franciscana*, microalgae.

INTRODUCCIÓN

Artemia es sin duda una de las especies forrajeras más versátiles empleadas en acuicultura, ya que sirve como alimento en todas sus etapas de vida y presenta la ventaja que al ser enriquecida sirve como vector de nutrientes, medicamentos y hormonas para nutrir peces y crustáceos en sus primeros estadios (Gelabert y De La Cruz, 1990). En laboratorios donde se persigue la obtención de biomasa de *Artemia* es necesario conocer el comportamiento alimenticio de estos organismos para así lograr un aprovechamiento más racional y sólo suministrar el alimento requerido (Leger y Sorgeloos, 1992).

Muchas especies de microalgas han sido utilizadas como un alimento para *Artemia* debido a que con ellas se obtiene un adecuado crecimiento y supervivencia (Neagel, 1999; Arriaga y Re, 1997; Pendoley, 1988; Thinh *et al.*, 1999). Debido a la variabilidad en formas y tamaños de las microalgas empleadas como alimento, así como la biomasa que pueden aportar, es necesario establecer la cantidad de alimento ingerido a fin de ajustar la ración alimenticia y establecer esquemas de alimentación que satisfagan los requerimientos de los organismos así como las demandas de los acuicultores. Las herramientas útiles empleadas con este fin son las tasas de filtración e ingestión, las cuales son utilizadas para conocer la cantidad de

alimento ingerido y poder dosificar adecuadamente la cantidad de alimento a suministrar. La carencia o exceso de alimento en el medio pueden limitar el crecimiento y desarrollo (Dierckens *et al.*, 1997). Teniendo en cuenta estos argumentos se consideró determinar el efecto que presenta el tamaño de la microalga sobre la tasa de ingestión de *Artemia* a lo largo de su desarrollo larvario.

MATERIALES Y MÉTODOS

Microalgas

Las microalgas utilizadas como alimento fueron *Chaetoceros muelleri* (Clave CH-M-1), la cual se presenta como célula aislada de dimensiones de 4 a 9 µ y *Tetraselmis suecica* (Clave TE-S-1), que es una microalga de color verde brillante, comprimida, elipsoidal con cuatro flagelos, con dimensiones de 7 a 9 µ de diámetro y de 10 a 16 µ de largo (Trujillo Valle, 1993). Ambas especies fueron obtenidas de colección de microalgas del Centro de Investigaciones Científicas y de Educación Superior de Ensenada (CICESE); Ensenada, Baja California Norte, México. Las dos cepas fueron cultivadas de manera semicontinua (Ukeles, 1973), partiendo de cultivos puros con el medio f/2 (Guillard y Ryther, 1962), en garrafones de 19 L de capacidad.

Condiciones del cultivo de *Artemia franciscana*

Los quistes de *A. franciscana* (grado A) fueron decapsulados e incubados siguiendo la técnica propuesta por Sorgeloos *et al.* (1986). Una vez que los nauplios eclosionaron, se procedió a realizar su conteo para manejar una densidad de 3 nauplios ml^{-1} en cada uno de los 5 tanques de plástico de 10 L de capacidad; los cuales conformaron el modulo del cultivo.

La alimentación se inició a partir de las 10 h de la eclosión y se continuó suministrando dos veces al día, manteniendo una concentración constante de 250.000 cél. ml^{-1} en cada uno de los tanques. El ajuste de alimento se realizó teniendo en cuenta las concentraciones de algas residuales en los recipientes de cultivo y la concentración del alimento a suministrar empleando la formula de SEAFDEC-Aquaculture Department (1984) modificada por De La Cruz (Alfonso *et al.*, 1988):

$$Va = Vr\ (Cd - Cr)/Ca - Cr$$

Donde:
Va: Volumen de alimento añadir
Vr: Volumen del recipiente de cultivo
Cd: Concentraciones deseadas del alimento
Cr: Concentración residual de alimento
Ca: Concentración de alimento

Cada tanque del cultivo constituyó un tratamiento alimenticio compuesto por una sola especie de microalga o la combinación de estas en diferentes proporciones (Cuadro 1). Diariamente se registró la temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, pH, amonio y nitritos mediante las técnicas convencionales, utilizando el equipo Hach modelo DRL5. Para mantener las condiciones de calidad de agua se realizó el 100% de recambio diario en cada uno de los recipientes experimentales (Sorgeloos *et al.*, 1986). El agua salada empleada, fue sujeta a un proceso de filtración mecánica de hasta 1 µ y esterilizada por medio de un sistema compuesto por 8 lámparas de luz ultravioleta.

Cuadro 1. Tratamientos y densidades alimenticias utilizadas para evaluar la tasa de ingestión de *A. franciscana*

Tratamiento	Proporción		Concentración	
	C. muelleri	*T. suecica*	*C. muelleri*	*T. suecica*
	---------- % ----------		---------- cél ml^{-1} ----------	
C100	100	0	250 000	-
T100	0	100	-	250 000
C50 -T50	50	50	125 000	125 000
C75 -T25	75	25	187 500	62 500
C25 -T75	25	75	62 500	187 500

El experimento culminó a los diez días, cuando *Artemia* alcanzó el final de la etapa postmetanaupliar que marca el final del desarrollo larvario (Schrehardt, 1987).

Evaluación de la tasa de ingestión

Este ensayo se realizó en una sala semi obscura y a la misma temperatura a la cual se mantuvo el cultivo. Se diseñó un módulo experimental el cual consistió en una gradilla de metal con espacio para 25 tubos de ensayo de 40 ml (cada tratamiento por quintuplicado). Para realizar

los experimentos de ingestión, diariamente se extrajeron 600 organismos de cada tanque de cultivo para distribuirse a una densidad de 3 organismos ml^{-1} en cada tubo. En el transcurso de las pruebas, los tubos fueron invertidos suavemente cada 5 minutos para mantener las microalgas en suspensión y evitar sedimentación. Este proceso se realizó con sumo cuidado para evitar estrés y la perturbación del proceso de filtración e ingestión de los organismos (Spittler, 1988). El tiempo para la evaluación de la tasa de ingestión fue de 120 min; al cabo del tiempo establecido, las microalgas no consumidas fueron fijadas adicionando unas gotas de formalina al 10% para posteriormente llevar a cabo el conteo celular por quintuplicado, con la ayuda de un microscopio compuesto y un hematocitómetro con 0,1 mm de profundidad. En los tratamientos mixtos donde se ofreció la combinación de microalgas, el conteo de residuos alimenticios dentro de una misma muestra fue realizado teniendo en cuenta la cantidad de cada una de las dos especies presentes con la finalidad de determinar la preferencia por el alimento y con ello inferir la influencia del tamaño de la microalga sobre la tasa de ingestión.

Parámetro de evaluación

La tasa de ingestión es definida como el número de células consumidas por un solo organismo en un intervalo de tiempo específico (Ferrando *et al.*, 1993). Para el cálculo de la tasa de ingestión se empleó la formula propuesta por Hayward y Gallup (1976).

$$TI = v (C_o - C_f)/ n t$$

Donde:
TI = Tasa de ingestión (cél ind^{-1} h^{-1})
v = Volumen de tubo (ml)
C_o= Concentración inicial de alimento (cél ml^{-1})
C_f= Concentración final de alimento (cél ml^{-1})
n = Número de organismos en el tubo
t = Tiempo (h)

Análisis estadístico

Los datos de la tasa de ingestión fueron sometidos a las pruebas de normalidad de Lilliefors y de homogeneidad de varianzas de Bartlett (Conover, 1980; Zar, 1974). Una vez identificada la normalidad y homoscedasticidad de los datos, los datos correspondientes a la tasa de ingestión en los diferentes tratamientos, se contrastaron con un análisis de

varianza. En los tratamientos que mostraron diferencias significativas, los valores medios fueron comparados con la prueba de rangos múltiples de Tukey (Zar, 1974). Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el paquete estadístico Sigma Stat (Ver. 2.0); con un nivel de significación de α=0.05

RESULTADOS

Los resultados de la tasa de ingestión se muestran en el Cuadro 2, donde se encontraron diferencias significativas (P<0,05) entre los tratamientos desde el primer día de ensayo. Se observó en todos los estadios larvales de *A. franciscana* un incremento de la ingestión a medida que aumentaba la concentración de *C. muelleri*.

Cuadro 2. Tasa de ingestión promedio ± desviación estándar de *A. franciscana* a lo largo de su desarrollo larvario. Los resultados de las pruebas de comparaciones múltiples se presentan por estadio y por cada especie de microalga en las diferentes proporciones ensayadas.

Estadio	C100	T100	C75 T25	C50 T50	C25 T75
	----------	----------	céL. $ind^{-1} h^{-1}$	----------	----------
Metanauplio I	23,1±5,4b	24,0±3,6b	18,9±5,8c 17,5±3,2c	34,2±4,9a 16,4±2,2c	24,9±2,1b 12,4±3,5d
Metanauplio II	38,6±6,6a	26,8±2,9b	22,3±3,3c 19,4±7,2d	30,2±6,7a 10,7±5,2d	26,6±8,4b 15,1±5,6d
Metanauplio III	46,0±2,6a	29,8±4,7bc	30,7±3,9b 16,5±2,4d	27,6±7,2c 18,7±2,8d	28,5±9,2bc 15,0±5,4d
Metanauplio IV - Postmetanauplio I	114,6±4,4a	64,3±5,1c	82,7±2,3b 24,0±5,4d	26,5±6,7d 29,7±5,2d	37,9±2,2d 38,9±8,5d
Postmetanauplio II	83,6 ±6,5a	26,8±13,1d	74,4±11,2b 24,4±6,9d	80,9±8,7a 23,4±4,3d	64,5±6,9c 34,8±2,2d
Postmetanauplio III	80,0±2,9a	71,6±5,3b	68,9±4,2b 28,6±1,3d	78,9±4,5a 32,0±2,7c	79,9±7,9a 26,5±5,7d
Postmetanauplio IV	90,7±6,5a	90,9±6,8a	27,0±4,5d 28,0±6,5d	69,1±5,8b 24,2±5,6d	56,8±5,6c 23,2±4,3d
Postmetanauplio V	92,4±8,8b	101,3±9,8a	88,1±6,9c 78,9±5,7d	79,1±7,5d 73,2±6,6d	76,1±4,2d 78,1±12,3d
Postmetanauplio VI	126,8±6,6a	96,1±7,2b	73,9±5,7d 70,5±5,6d	80,0±5,6c 68,2±2,2d	72,6±5,5d 71,1±2,1d
Postmetanauplio VII	94,2±7,9a	96,3±6,1a	50,3±2,2b 55,9±3,7b	53,9±4,6b 50,3±2,3b	50,7±2,4b 56,6±3,7b

Valores con la misma letra no presentan diferencias significativas (α=0,05).

La relación de células ingeridas *Chaetoceros:Tetraselmis* fue máxima (3,5:1) en el estadio de metanauplio IV a postmetanauplio II (Figura 1), lo que representó la mayor proporción, pero solo se observo este resultado en los tratamientos mayores o iguales al 50% de *C. muelleri*. A partir de la etapa de postmetanauplio V y hasta el final de su desarrollo larval, el consumo algal disminuyó en todos los tratamientos hasta alcanzar la relación de 1:1.

Los parámetros fisicoquímicos registrados en los tanques de cultivo a lo largo del ensayo se encontraron dentro del rango óptimo para esta especie (Sorgeloos *et al.*, 1986). La temperatura del agua se mantuvo a 25±1°C, el pH en 7,9±1.2, el oxígeno disuelto en 7,1±1.3 $mg L^{-1}$, la salinidad permaneció siempre en 33 $g L^{-1}$, el amonio fue siempre menor a 0,09 $mg L^{-1}$ y la concentración de nitrito menor a 0,9 $mg L^{-1}$.

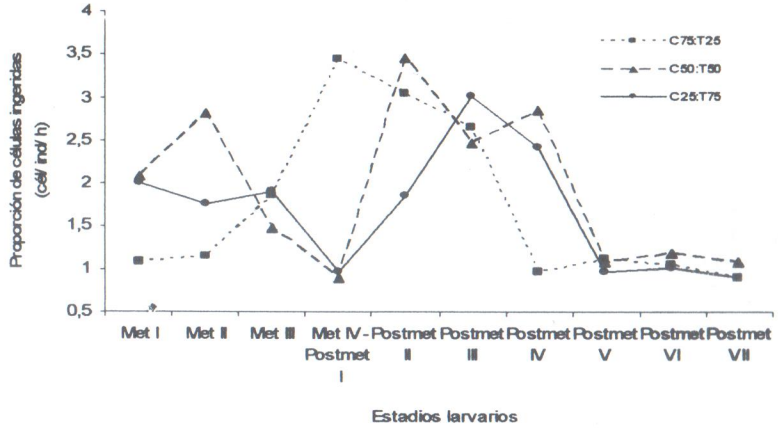

Figura 1. Proporción de células ingeridas en el desarrollo larvario de *A. franciscana* en los tratamientos alimenticios formados por *C. muelleri* y *T. suecica*.

DISCUSIÓN

Es importante hacer notar que los valores de ingestión presentados en este trabajo son consecuencia de la baja eficiencia en la actividad filtradora alimenticia de las larvas de *Artemia*, la cual no resulta tan efectiva como lo presenta en la etapa adulta, que es ya cuando los toracópodos se encuentran mucho mejor desarrollados y son más funcionales (Sorgeloos *et al*., 1986; Makridis y Vadstein, 1999). Así mismo, es importante mencionar que la tasa de ingestión en los tratamientos donde se proporcionaron ambas microalgas en muchos casos fue superior a aquellos donde sólo se suministró una especie (tratamientos C-100 y T-100). Respecto a esta situación, Yúfera y Lubián (1990) mencionaron que el valor nutricional de una mezcla de microalgas es mayor que una dieta monoalgal donde los organismos alimentados con estas últimas mostraron alta sensibilidad a las variaciones en las condiciones de cultivo, afectando no sólo el crecimiento, sino también su tasa de filtración e ingestión.

Por otra parte, los cultivos bialgales son más equilibrados y las interacciones entre las especies de microalgas son de tipo sinérgico, compensando las deficiencias unas de otras. La mayor parte de la literatura especializada refiere que *Artemia* es un organismo filtrador continuo, no selectivo, que se alimenta de partículas menores a 50 µ (Browne *et al*., 1991). Esta aseveración coincide con los resultados obtenidos en el presente estudio, ya que se encontró, que el efecto del tamaño de la microalga influye significativamente sobre la tasa de ingestión de larvas de *A. franciscana*, marcando una mayor afinidad por *C. muelleri*; lo que podría ser justificado ya que según Makridis y Vadstein (1999), se presenta una discriminación en el consumo de ciertas microalgas, lo cual puede deberse al tamaño de la partícula, constitución y dureza de esta, además de su contenido. Tomando en consideración que las células de *C. muelleri* son 3 o 4 veces más pequeñas que *T. suecica*, las primeras entran al tracto digestivo con mayor facilidad causando menor fricción y facilitando su digestión (Yúfera y Lubián, 1990). Gelabert y Solís (1990) sugirieron con base a sus resultados que desde el inicio de su alimentación hasta adulto, *Artemia* realiza una selección de las partículas alimenticias de acuerdo con el tamaño de las mismas y que a medida que crece, aumenta ligeramente el tamaño de partículas que ingiere.

Es importante resaltar que los resultados obtenidos en el presente documento señalan que *Artemia* a través de su desarrollo larvario ingiere con mayor facilidad partículas alimenticias menores a 16 µ y que conforme avanza en su desarrollo a adulto esta condición se ve atenuada

CONCLUSIONES

Las larvas de *A. franciscana* en sus estadios de transición de metanauplio IV a postmetanauplio II ingieren más células de *C. muelleri* que de *T. suecica* en una relación de 3,5:1. Esta situación se ve influenciada directamente por el tamaño de la microalga y dicha tendencia se mantiene hasta el final de la etapa de postmetanauplio IV.

BIBLIOGRAFÍA

Alfonso E., L. Martínez, R. Gelabert y S. Leal. 1988. alimentación de larvas del camarón *Penaeus schmitti* I. Diatomeas y flagelados. Rev. Inv. Marinas, 9(1): 47-58.

Arriaga H.V. y A.A. Re. 1997. Uso de microalgas vivas e inertes como alimento para *Artemia franciscana* (Anostraca:Artemiidae). Rev. Biol. Trop., 45(2): 803-811.

Browne R.A., P. Sorgeloos y C.N Trotman. 1991. *Artemia* Biology. CRC Press, Boca Ratón, Florida, USA.

Conover W.J. 1980. Practical Nonparametric Statistics. 2da Ed. John Wiley & Sons. New York. 495 pp.

Coutteau P. 1992. Baker`s yeast as substitute for microalgae in the culture of filter-feeding organisms. Ph.D. Thesis, University of Ghent, Bélgica. 408 pp.

Dierckens K.R., L. Beladjal, J. Vandenberghe, J. Swings y J Mertens.1997. Filter-feeding shrimp (Anostraca) grazing on bacteria. J. Crustacean Biol., 17(2): 264-268.

Ferrando M.D., C.R. Jansen, E. Andreau y G. Persoone. 1993. Ecotoxicological studies with the freshwater rotifer *Brachionus calyciflorus*. Ecotox. Environ. Safety, 26: 1-9.

Gelabert R. y A. De la Cruz. 1990. La selección del tamaño de partículas alimenticias por *Artemia* (Branchiopoda). Rev. Inv. Marinas, 11(1): 63-69.

elabert R. y L. Solís.1994. La selección del tamaño de partículas alimenticias por *Artemia* de Guantánamo, Cuba. Rev. Inv. Marinas, 15(2): 141-144.

uillard R. y J.H. Ryther. 1962. Studies of marine planktonic diatoms. I. *cyclotella nana* Husted and *Detonula confervacea* (Cleve). Can. J. Microbiol., 8: 229-239.

ayward R.S. y D.N. Gallup. 1976. Feeding, filtering and assimilation in *Daphnia schoedleri* Sars as affected by environmental conditions. Archiv für Hydrobiologie, 77: 139–163.

ger P. y P. Sorgeloos. 1992. Optimized feeding regimes in shrimp hatcheries. *En* Fast A.W. y L.J. Lester (Eds.) Marine Shrimp Culture: Principles and Practices. Elsevier, Netherlands. pp. 225-245.

akridis P. y O. Vadstein. 1999. Food size selectivity of *Artemia franciscana* at three developmental stages. J. Plankton Res., 21(11): 2191-2201.

aegel L. 1999. Controlled production of *Artemia* biomass using an inert commercial diet, compared with the microalgae *Chaetoceros*. Aquacultural Eng., 21: 49-59.

ndoley P. D. 1988. The nutritional value of microalgae: Some current perspectives. Proc. First Australian Shellfish Aquaculture Conference. World Aquaculture Society. Sydney, Australia. p.115.

hrehardt A. 1987. Scanning electron microscopic study of the post-embryonic development of *Artemia*. *En* Sorgeloos P., D.A. Bengtson, W. Decleir y E. Jasper (Eds.) Artemia Research and its Applications. Vol. 1. Universa Press, Wetteren, Bélgica. pp. 122-138.

rgeloos P., P. Lavens, P. Leger, W. Tackeart y D. Versichele. 1986. Manual of the culture and use of the brine shrimp *Artemia* in aquaculture. State University of Ghent, Bélgica.

ittler P. 1988. La selección del tamaño de las partículas alimenticias por *Brachionus plicatilis* (Rotifera). Rev. Inv. Mar., 9(3): 91-96.

Thinh L.V., S.M. Renaud y D.L. Parry. 1999. Evaluation of recently isolated Australian tropical microalgae for the enrichment of the dietary value of brine shrimp, *Artemia nauplii*. Aquaculture, 170: 161-173.

Trujillo-Valle M.L 1993. La colección de microalgas del CICESE. Comunicaciones Académicas, Serie Acuicultura. CIACT9301. Centro de Investigaciones Científicas y Educación Superior de Ensenada. Ensenada, Baja California Sur. México. p. 38.

Ukeles R. 1973. Continuos culture: A method for the production of unicellular algal foods. *En* Stein J. (Ed) Handbook of Phycological Methods. Culture Methods and Growth Measurements. Cambridge University Press. Londres, UK. pp. 233-254.

Yúfera M y L.M Lubián.1990. Effects of microalgal diet on growth and development of invertebrates in marine aquaculture. *En* Akatsuka I. (Ed) Introduction to Applied Phycology. SPB The Academic Publishing, The Hague. pp. 209-227.

Zar J.H. 1974. Biostatistical Analysis. Prentice Hall. Englewood Cliffs, NJ. USA.

REVISTA

ZOOTECNIA TROPICAL

ORDEN DE SUSCRIPCION
(Suscription Order)

Por favor, registre mi suscripción por el (los) año(s) _____
(Please, enter my suscription for the year (s))

Nombre: _____
(Name)

Dirección: _____
(Address)

Ciudad: _____ Estado: _____
(City) (State)

País: _____ Apartado: _____ Código Postal: _____
(Country) (Mail Box) (Zip)

CHEQUE N°: _____ Banco: _____ Bs.: _____
(Check N°) (Bank) (US$)

COORDINACIÓN EDITORIAL
Dr. José Luis Gil

COMPOSICIÓN
Dr. Nestor E. Obispo

MONTAJE
Nury Castillo

FOTOLITO
Mario Pino y Nury Castillo

IMPRESIÓN
Juan Salas

IMPRESO EN EL TALLER GRÁFICO DEL INIA
Diciembre 2006
Tiraje: 500 ejemplares

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS

ZOOTECNIA TROPICAL

APARTADO POSTAL 2103 - A
Maracay 2105 - ESTADO ARAGUA
VENEZUELA

BY AIR MAIL

POR AVION